

| email | ID | TÍTULO | Autores | Tipo | Línea |
|--------------------------------|----|---|--|-------------------|----------------------------|
| angel.ezquerria@edu.ucm.es | 31 | EXPLORANDO LA INFORMACIÓN RECOGIDA A TRAVÉS VÍDEOS: "RÁPIDO, QUE ME QUEMO" | Ezquerria, A. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| ablancol@uma.es | 33 | UNA PROPUESTA PARA INVESTIGAR EL PROGRESO EN LA COMPRESIÓN DE LA ENERGÍA POR PARTE DE LOS ALUMNOS | Martín, C., Blanco, A. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| aliciabb@ugr.es | 45 | LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES SOBRE ENLACE QUÍMICO. APORTACIONES EMPÍRICAS E IMPLICACIONES CURRICULARES | Benarroch, A., Marín, N., y Matus, L. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| nono@um.es | 48 | PLANIFICACIÓN DE LA PROPUESTA "¿CUÁL ES LA MEJOR FUENTE DE ENERGÍA?" PARA EDUCACIÓN PRIMARIA | de Pro Bueno, A., Rodríguez Moreno, F.J. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| pjtejada@ugr.es | 61 | LAS DEFINICIONES DE POBLACIÓN Y ESPECIE EN LOS LIBROS DE TEXTO DE BACHILLERATO | Jiménez Tejada, M.P., González García, F., Hódar, J. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| bolivera@xtec.cat | 76 | LA LECTURA CRÍTICA DE ARTÍCULOS DE PERIÓDICO CON CONTENIDO CIENTÍFICO | Oliveras, B; Sanmartí, N. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| Mariacarolina.Pipitone@uab.cat | 81 | CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO: UNA VISIÓN DEL PROFESORADO EXPERTO EN EL 1º AÑO DE IMPLEMENTACIÓN | Pipitone, C., Couso, D., Sanmartí, N | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| mmar.toribio@wanadoo.es | 83 | ¿ESTÁN MOTIVADOS LOS ALUMNOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA PARA APRENDER CIENCIAS? UN ESTUDIO EN EL I.ES. PUERTA DE LA SIERRA | Toribio Aranda, M.M., Ocaña Moral, M.T., Quijano López, R., Muñoz Valiente, L. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| mmaragonmendez@gmail.com | 84 | ESTUDIANDO LA PROGRESIÓN EN LOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LOS ALUMNOS SOBRE EL CAMBIO QUÍMICO | Aragón Méndez, M.M., Oliva Martínez, J.M., Navarrete Salvador, A. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |

| email | ID | TÍTULO | Autores | Tipo | Línea |
|--------------------------------|-----|--|--|-------------------|----------------------------|
| antoniojoaquin.franco@uca.es | 87 | LA COMPRENSIÓN DE LA NOCIÓN DE ELEMENTO QUÍMICO EN ALUMNOS DE SECUNDARIA Y DE BACHILLERATO | Franco Mariscal, A.J., Oliva Martínez, J.M., Bernal Márquez, S. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| mfgfaber@ugr.es | 88 | LOS DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS EN LOS LIBROS DE TEXTO | Fernández-González, M., Torres-Gil, A.J. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| angeles.delasheras@ddcc.uhu.es | 95 | LAS PREGUNTAS DE LOS ALUMNOS: UNA VÍA MOTIVADORA PARA CONSEGUIR EL CONOCIMIENTO ESCOLAR SOBRE LOS SERES VIVOS Y EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS | De las Heras Pérez, M.A., Jiménez Pérez, R. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| maripic@hotmail.com | 102 | JUGANDO Y APRENDIENDO LOS ANIMALES EN PRIMER CICLO DE EDUCACIÓN PRIMARIA | Gil, M., Pro Bueno, A. | Comunicación Oral | Innovación e Investigación |
| hortensiamoron@hotmail.com | 103 | EL PATRIMONIO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA | Morón Monge, H., De las Heras Pérez, M.A., Lorca Marín, A.A., Wamba Aguado, A.M | Comunicación Oral | Innovación e Investigación |
| juancard27@hotmail.com | 105 | LA INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL: UN ESTUDIO DE LAS CONCEPCIONES INICIALES DECLARADAS DE UN GRUPO DE PROFESORES DE EDUCACIÓN BÁSICA EN COLOMBIA | Cardona Restrepo, J.D., Jiménez Pérez, R. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| pacorom@um.es | 111 | AFIRMACIONES DE LOS PROFESORES DE SECUNDARIA SOBRE METODOLOGÍA, EVALUACIÓN Y OTROS ASPECTOS DE SU TRABAJO | Romero, F., de Pro Bueno, A. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| acortes@unizar.es | 127 | CONSTRUCCIÓN DE EVIDENCIAS EN TORNO AL RÍO CON ALUMNADO DE CENTROS RURALES DE EDUCACIÓN PRIMARIA. | Cortés Gracia, A.L., de la Gándara Gómez, M., Calvo Hernández, J.M., Gil Quílez, M.J., Martínez Peña, B., Dies Álvarez, M.E., Sevillano Abad, T. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| ebahe@um.es | 134 | APRENDIZAJE DE HABILIDADES CIENTÍFICAS EN BIOLOGÍA AL FINALIZAR LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA | Banet, E., Núñez, F., Cordon, R. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |

| email | ID | TÍTULO | Autores | Tipo | Línea |
|------------------------------|-----|---|--|-------------------|----------------------------|
| susg@udc.es | 144 | ¿QUÉ PIENSAN EL PROFESORADO SOBRE LA IMPORTANCIA Y DIFICULTAD DE DETERMINADAS HABILIDADES COGNITIVOLINGÜÍSTICAS? | García, S., Martínez, C., González C. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| citurral@tio.unicen.edu.ar | 164 | LAS ESTRATEGIAS DISCURSIVAS EN EL AULA DE QUÍMICA Y SU RELACIÓN CON EL PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN DEL CONTENIDO CURRICULAR REACCIÓN QUÍMICA | Iturralde M. C. y De Longhi, A. | Comunicación Oral | Innovación e Investigación |
| josemanuel.dominguez@usc.es | 167 | EVALUACIÓN DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA TERMOQUÍMICA EN BACHILLERATO | Pereira ; UFWJ, I., Domínguez Castiñeiras, J. M. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| zagalmarc@yahoo.es | 171 | EXPERIMENTACIÓN Y FÁBULAS CIENTÍFICAS. UN CAMINO PARA ABORDAR LA CIENCIA EN PRIMARIA | Zagal, M. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| pilarnavarronavarro@yahoo.es | 172 | “EL DESARROLLO EMBRIONARIO DEL POLLO”, UNA PROPUESTA PARA ENSEÑAR CIENCIAS A ESTUDIANTES DE AULA TALLER | Navarro. P., Banet, E., Núñez, F. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| mfgfaber@ugr.es | 174 | IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE FÍSICA ANTIGUOS DE CENTROS EDUCATIVOS. UN ESTUDIO DE CASO | Sánchez Tallón, J., Fernández González, M. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| afuhr@fio.unicen.edu.ar | 188 | METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DOCENTE. UN ESTUDIO DE CASO EN UN CONTEXTO MEDIADO POR TICS | Fuhr, A., Rocha, A. | Comunicación Oral | Innovación e Investigación |
| conxita.marquez@uab.cat | 190 | DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS: MODELOS Y EVIDENCIAS EN LA LECTURA, LA ESCRITURA Y LA EXPERIMENTACIÓN | Márquez, C. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| pepiruca@gmail.com | 197 | QUÉ SABE EL ALUMNADO QUE ACABA LA EDUCACIÓN PRIMARIA SOBRE LAS MEZCLAS DE SUSTANCIAS | Rubio Cascales, J. | Comunicación Oral | Innovación e Investigación |

| email | ID | TÍTULO | Autores | Tipo | Línea |
|-----------------------------------|-----|---|--|-------------------|----------------------------|
| natasha.mayerhofer@campus.uab.cat | 199 | EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA EN RECONOCER Y USAR PRUEBAS A PARTIR DEL ESTUDIO DE LAS CARIES EN PRIMARIA. | Mayerhofer, N., Márquez, C. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| camiloariashenao@yahoo.com | 200 | EXPERIENCIA CON PROYECTOS DE GRADO COMO OPORTUNIDAD DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA ESTRUCTURADA EN CARRERAS POR CICLOS PROPEDÉUTICOS | Arias Henao, C.A., Ruiz Pacheco, N. J. Henao de Harías, H. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| luis.osuna@ua.es | 203 | LA PLANIFICACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA EN EL BACHILLERATO | Osuna , L., Martínez, J., Álvarez, E. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| edgarorlay@hotmail.com | 205 | ESTADO DEL ARTE DE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA. PRIMERAS APORTACIONES | Valbuena, E.O. Amórtegui, E., Bernal, S.I., Correa, M. | Comunicación Oral | Innovación e Investigación |
| Vicente.Sanjose@uv.es | 213 | PREGUNTAS DE LOS ESTUDIANTES EN CONDICIONES DE LECTURA, OBSERVACIÓN Y MANIPULACIÓN DE DISPOSITIVOS CIENTÍFICOS | Torres, T. y Sanjosé, V. | Comunicación oral | Innovación e Investigación |
| abertell@fio.unicen.edu.ar | 214 | ESTUDIO DE LAS DISCUSIONES DE UN GRUPO DE ALUMNOS UNIVERSITARIOS DURANTE EL DESARROLLO DE UN TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO SOBRE EQUILIBRIO QUÍMICO | Bertelle , A. , Rocha, A. | Comunicación Oral | Innovación e Investigación |

Explorando la información recogida a través vídeos: “Rápido, que me quemó”

Ezquerria, A.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid.
angel.ezquerria@edu.ucm.es*

RESUMEN

En este trabajo nos preocupamos por conocer cómo es considerada la información recogida a través de audiovisuales por el alumnado de 3º y 4º ESO y Bachillerato. Para ello se elaboró un vídeo con una serie de situaciones y fenómenos relacionados con los tópicos calor y temperatura, se preparó un cuestionario y se analizaron las respuestas verbales y gráficas de 147 estudiantes.

Los resultados indican que el alumnado se adaptó bien a este tipo de tareas audiovisuales; observándose algunas diferencias en cuanto a la percepción de ciertos detalles. Asimismo, se plantea si se debe enseñar lo mismo (y del mismo modo) con estos medios que con la pizarra.

Palabras clave

Audiovisuales. Procesamiento de la información. ESO. Bachillerato. Calor y temperatura.

INTRODUCCIÓN: ORIGEN Y PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Los libros de ciencia tratan de mostrar el modo en que explicamos la Naturaleza, lógicamente, lo hacen en función de los medios disponibles: texto, imagen fija y gráficas. Por tanto, el esfuerzo por superar las limitaciones ligadas a estos elementos estáticos debe ser llevada a cabo por los profesores, estos han utilizado los procedimientos más dispares: gestos, maquetas móviles, simulaciones informáticas, audiovisuales,... teniendo, estos últimos, cada vez mayor importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Perales, 2006).

La adecuación del medio didáctico utilizado al fenómeno natural considerado cobra especial interés cuando nos referimos a aspecto de la realidad que impliquen movimiento o evolución con el tiempo. Por esta razón, nos debemos plantear: ¿estamos seguros que todos observamos lo mismo cuando consideramos un fenómeno natural? En concreto, en este trabajo nos preguntamos ¿cómo son percibidos por nuestros alumnos algunos de los fenómenos cotidianos relacionados con la temperatura y la transferencia de calor?

DISEÑO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para considerar las cuestiones anteriores en torno al tópico calor y temperatura se elaboró un vídeo de producción propia con actividad concreta ligadas al mismo. Así, y utilizando audiovisuales pudimos recopilar fenómenos de los lugares más diversos y, en cierto modo, garantizar que nuestros estudiantes estuvieran ante situaciones equivalentes, homogeneizando la investigación y valorando (Ezquerria, 2004).

Planificación y elaboración del audiovisual

La idea central del audiovisual (ver vídeo en Ezquerria, 2005) fue buscar una explicación del calor y la temperatura a través de la visualización de la teoría cinético-molecular y relacionar percepción

con hechos. El proceso de planificación y diseño del audiovisual siguió las líneas trazadas en otros trabajos (Pro y Ezquerro, 2008).

Características de la muestra y recogida de información

Se pudo seleccionar una muestra de 147 alumnos de diferentes centros educativos, en función de la disponibilidad a participar por parte del profesorado. Este factor determinó la distribución (ver Tabla 1), dado que los docentes parecieron estar menos dispuestos a “perder” clase en los cursos superiores.

| Niveles | Grupos | Alumnos |
|---------|--------|-------------|
| 1º BTO | 2 | 27 (18,4 %) |
| 4º ESO | 2 | 21 (14,3%) |
| 3º ESO | 4 | 99 (67,3%) |
| TOTAL | 8 | 147 |

Tabla 1. Conjunto de grupos y alumnos considerados.

El procedimiento seguido fue exhibir el audiovisual y posteriormente pasar el cuestionario que se adjunta en el Anexo I. El conjunto de respuestas fue vaciado una vez recogidas todas las respuestas.

RESULTADOS OBTENIDOS

P.1.

En esta cuestión se solicitaba que el alumnado determinara y explicara qué objeto aparentaba estar más caliente. Los datos se recogen en la Tabla 2.

| Pregunta | Respuestas | GG (%) | 1º Bto (%) | 4º ESO (%) | 3º ESO (%) |
|----------|------------|--------|------------|------------|------------|
| P.1-a | a | 100% | 100% | 100% | 100% |
| P.1-b | a | 88% | 78% | 100% | 88% |
| | b | 10% | 22% | 0% | 9% |
| P.1-c | a | 99% | 100% | 100% | 98% |
| | ab | 1% | 0% | 0% | 1% |
| P.1-d | a | 79% | 93% | 62% | 79% |
| | ab | 3% | 0% | 0% | 4% |
| | b | 16% | 7% | 38% | 13% |

Tabla 2. Resultados de la pregunta P.1.

Los resultados para el primer caso son contundentes, el 100% de los alumnos eligieron la opción *a*, aunque, solamente un 34% de la muestra formada por todos los alumnos, denominado Grupo General (GG), explicaron el porqué de su elección usando frases equivalentes a “*está al rojo*”.

El segundo caso también suscitó un consenso importante. Un 88% del total eligieron la primera opción, mientras un 10 % se inclinaron por la segunda posibilidad. Resulta muy curiosa la casi unanimidad en la respuesta dado que el vapor solo indica condensación, situación que se puede dar en mañanas muy frías (rocío) o cuando sobre un vaso a temperatura ambiente se vierte un líquido caliente y su vapor condensa.

En el tercer caso prácticamente todos eligieron la opción *a*. Los argumentos explicativos, casi exclusivamente por los alumnos de 3º ESO, fueron: *hay más sol* (16% del GG), *no hay ni plantas ni agua* (14% del GG) y *es más seco* (10% del GG),

El cuarto caso presentaba respuestas ligeramente más dispersas. En concreto, el 79% del GG se inclinó por la opción *el frigorífico* y el 16% del GG por *el polo*, valores que se repitieron aproximadamente en cada curso.

P.2.

En esta cuestión se preguntaba si era lo mismo calor y temperatura, y por qué (Tabla 3). La respuesta fue muy clara: prácticamente todos los alumnos respondieron que no eran lo mismo.

| Respuestas | GG (%) | 1º Bto (%) | 4º ESO (%) | 3º ESO (%) |
|------------|--------|------------|------------|------------|
| n | 97% | 93% | 100% | 97% |
| s | 1% | 0% | 0% | 1% |
| Blancos | 3% | 7% | 0% | 2% |

Tabla 3. Resultados de la pregunta P.2.

Más interesantes resultan las categorías obtenidas del análisis de las justificaciones. En primer lugar, nos llamó la atención la enorme cantidad de afirmaciones que surgieron; en la Tabla 4 mostramos algunas.

| Categorías | GG (%) | 1º Bto (%) | 4º ESO (%) | 3º ESO (%) |
|--|--------|------------|------------|------------|
| Calor es energía (en tránsito) | 26% | 48% | 38% | 18% |
| El calor es temperatura cálida | 11% | 0% | 0% | 17% |
| Temperatura es movimiento | 25% | 48% | 43% | 15% |
| La temperatura puede ser fría o caliente | 12% | 0% | 0% | 17% |
| Temperatura cambia/aumenta con calor | 7% | 4% | 0% | 9% |
| Temperatura es cantidad/medida de calor | 3% | 0% | 0% | 4% |
| Temperatura son grados que hay/Se mide en grados | 2% | 0% | 0% | 3% |
| Temperatura puede ser constante | 2% | 0% | 0% | 3% |
| No tiene nada que ver | 5% | 0% | 0% | 6% |
| Es parecido | 1% | 0% | 0% | 2% |

Tabla 4. Justificación de las respuestas a la pregunta P.2.

Se observa que el eslogan del vídeo tuvo un efecto significativo; en concreto: “calor es energía” (26% del GG) y “temperatura es movimiento” (25% del GG). Fundamentalmente fueron los alumnos de los cursos superiores los que optaron por estas categorías.

También se observa que hay una presencia significativa (entre el 10% y 20%) de alumnos que se resisten a abandonar sus preconcepciones. En particular, afirman que *el calor es la temperatura cálida* (17% de 3º ESO).

P.3.

Para incidir en la comprensión que el alumnado tenía sobre la relación entre ambas magnitudes, se preguntó si siempre que se da calor a algo sube su temperatura y por qué (Tabla 5).

| Respuestas | GG (%) | 1º Bto (%) | 4º ESO (%) | 3º ESO (%) |
|------------|--------|------------|------------|------------|
| si | 56% | 22% | 57% | 65% |
| no | 41% | 78% | 43% | 31% |
| Blancos | 3% | 0% | 0% | 4% |

Tabla 5. Resultados de la pregunta P.3.

Los porcentajes muestran una distribución interesante: se produjo un aumento de las correctas (respuesta no) con el nivel educativo. Esta situación es coherente con los resultados obtenidos en la cuestión anterior, donde los alumnos de 3º ESO, relacionaban de forma directa y biunívoca el calor con la medida de la temperatura.

P.4.

En esta cuestión se solicitaba del alumnado que estimara gráficamente la evolución de la temperatura en una nevera cuando se va de excursión. Se clasificaron las respuestas como se muestra en las Figuras 1 y 2.

Las tipo *a* son aquellas que comienzan con una línea horizontal para subir posteriormente. Las tipo *b* ascienden directamente y las tipo *c* presentaban comportamientos de más difícil agrupamiento y no se recogen aquí.

TIPO a.

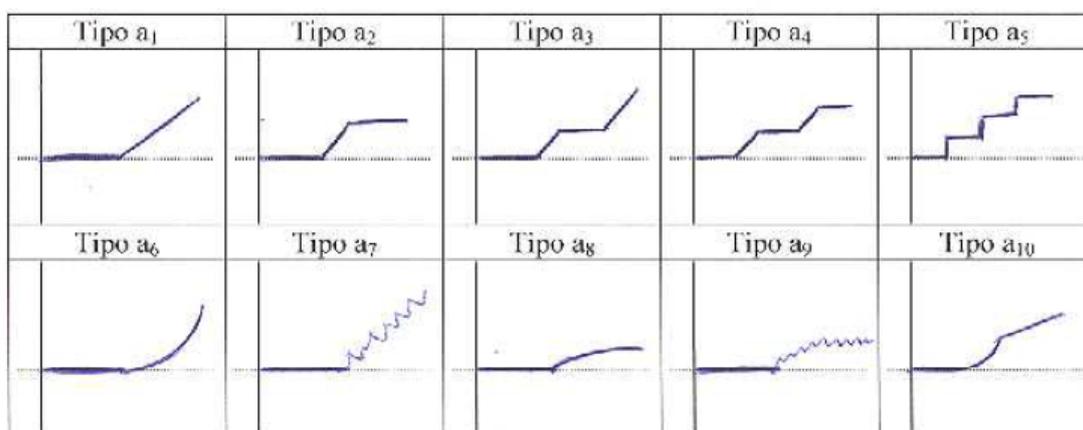


Figura 1. Respuestas gráficas tipo a de la pregunta P.4.

TIPO b.

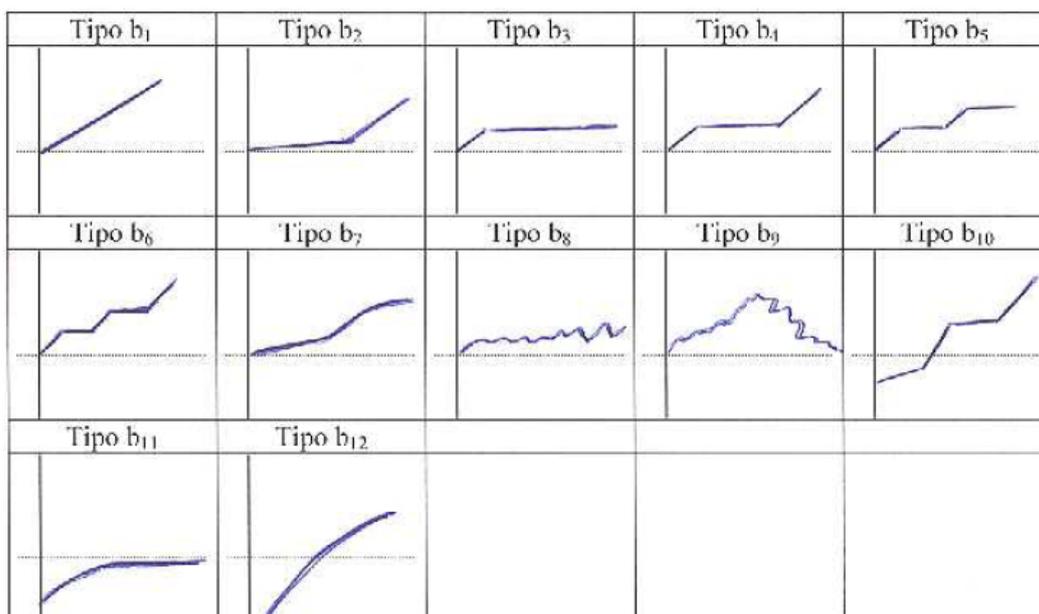


Figura 2. Respuestas gráficas tipo b de la pregunta P.4.

En la Tabla 6 se puede observar que los gráficos más habituales son de tipo a, sumando por encima del 50 %, mientras las representaciones tipo b agrupan el 37 % y las tipo c llegan al 6 %. Esto indica que en conjunto un porcentaje elevado del alumnado en todos los niveles se inclinó por representaciones con “terrazas”. Por otra parte, la escasa aparición de respuestas en blanco (5%) parece indicar que los estudiantes no sintieron especial dificultad. Sin embargo, pensemos que físicamente sólo tiene sentido la opción (a1). Así, “la segunda terraza” (a3) indicaría cambio de estado de líquido a gas, algo curioso para una nevera en un día de excursión.

| Tipo de gráfico | GG (%) | 1º Bto (%) | 4º ESO (%) | 3º ESO (%) |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| a1 | 16% | 37% | 10% | 11% |
| a2 | 10% | 7% | 5% | 12% |
| a3 | 10% | 22% | 19% | 5% |
| a5 | 5% | 0% | 14% | 4% |
| a4/a6/a7/a8/a9 | 11% | 11% | 5% | 13% |
| b1/b2/b3 | 7% | 0% | 20% | 6% |
| b4 | 18% | 4% | 14% | 22% |
| b5/b6/b7/b8/b9 /b10/b11/b12 | 12% | 8% | 10% | 13% |
| c1/.../c5 | 6% | 0% | 0% | 7% |
| Blancos | 5% | 7% | 5% | 4% |

Tabla 6. Resultados gráficos de la pregunta P.4.

En los tipos b, nos encontramos mayor porcentaje de estudiantes de 3º ESO; es decir, estos alumnos siguieron considerando que la temperatura de la nevera debía subir inicialmente, aún con hielo.

Para completar el conocimiento sobre la capacidad de lectura y estimación gráfica recogimos los datos de temperatura inicial, temperatura final y tiempo en el que se produce el cambio. Obviamente, estos resultados tendrían mucho más sentido si el alumnado hubiese realizado la

gráfica correctamente. Sin embargo, los valores medios de los mismos nos pueden indicar la habilidad para manejar mensajes gráficos. En la Tabla 7 se muestra los valores para el GG.

| | Temperatura inicial | Temperatura final | Tiempo cambio |
|---------|---------------------|---|----------------------------------|
| Media | -8° C | 84° C | 59 min |
| Mediana | 0° C | 80° C | 50 min |
| Moda | 0° C (57%) | 100° C (13%) 40° C (12%) 180° C (11%) | 20 (16%) 40 (12%) 60 (11%) |

Tabla 7. Resultados numéricos de la pregunta P.4.

La temperatura inicial muestra una moda para 0° con un 57 %; es decir, la mayoría interpretó que la nevera partía de 0° C, con algunos casos que situaban la temperatura por debajo de esta cifra.

Para la temperatura final se observan dos valores de moda muy significativos: 100° C y 180° C. Valores sorprendentes que indican la existencia de un problema de lectura y escritura gráfica.

Por último, el tiempo que asignan al proceso de mantener el hielo en la nevera es muy corto (59 minutos de media).

P.5.

Esta cuestión es semejante a la anterior, en concreto, se solicitaba que el alumnado estimara la evolución de la temperatura al cocinar lentejas. Para el análisis se clasificaron las repuestas gráficas en tres tipos como se muestra en las Figuras 3 y 4. Las respuestas tipo *a* son aquellas que comienzan ascendiendo para, posteriormente, alcanzar una terraza plana.

TIPO a.

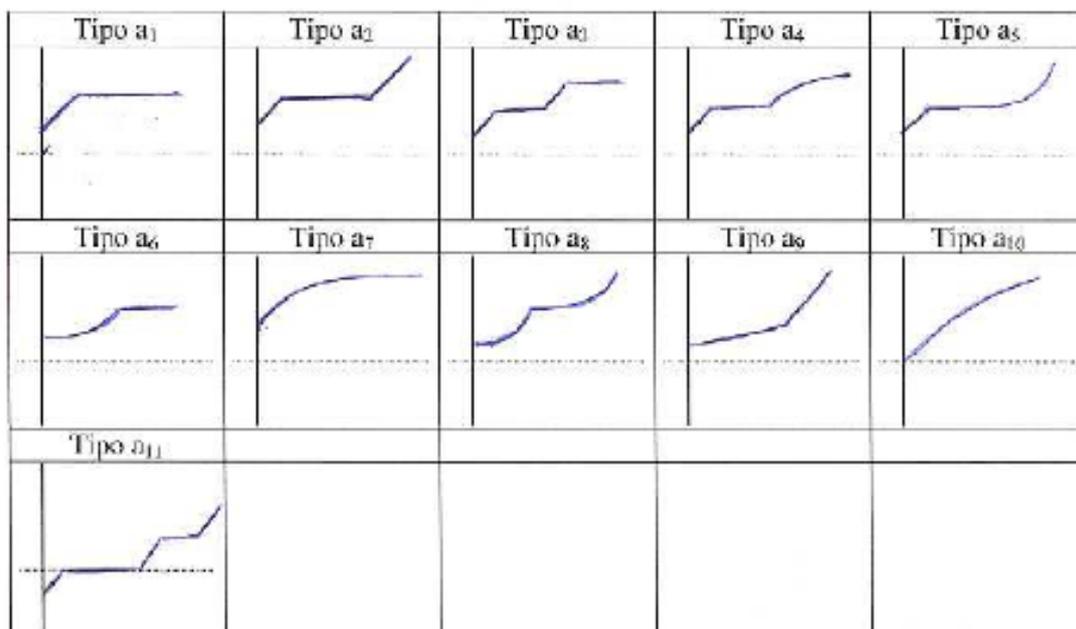


Figura 3. Respuestas gráficas de la pregunta P.5.

Los tipo *b* comienzan directamente en una terraza horizontal y los tipo *c* presentan otros comportamientos y no se recogen aquí.

TIPO b.

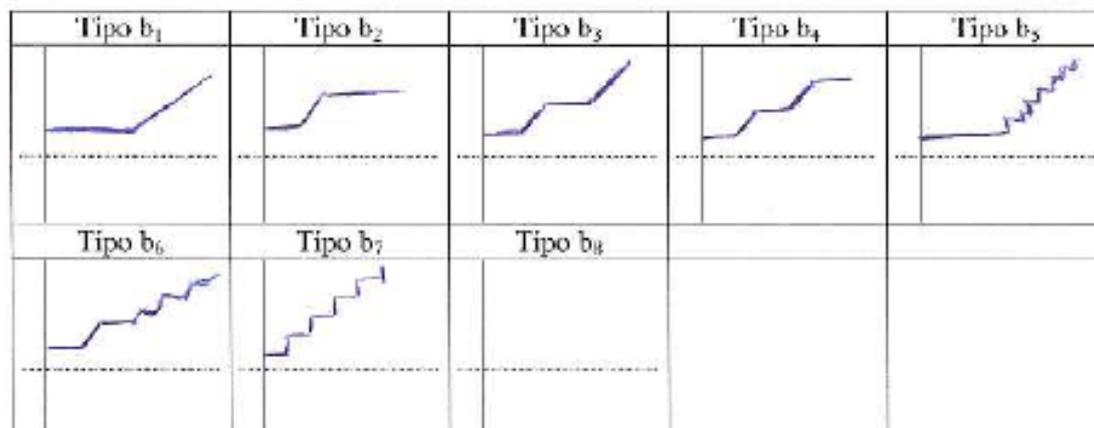


Figura 4. Respuestas gráficas de la pregunta P.5.

En la Tabla 8 se recogen los resultados más significativos. Como puede observarse los gráficos más habituales son los *tipo a*. Concretamente, entre los tipos *a2* y *a3*, tenemos el 44% del total.

Pero, no todas las gráficas *tipo a* son igualmente deseables, destaquemos que la opción *a2*, la mayoritaria, implica que se nos han quemado las lentejas y, probablemente, tenemos un problema en la cocina. Un tanto más curioso es la respuesta *a11*, que implica partir por debajo de 0° C. ¿Estamos recalentando lentejas congeladas? No creemos que el alumnado fuera consciente de esto.

| Tipo de gráfico | GG (%) | 1° Bto (%) | 4° ESO (%) | 3° ESO (%) |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|
| a1 | 6% | 15% | 0% | 5% |
| a2 | 34% | 56% | 52% | 24% |
| a11 | 10% | 11% | 5% | 10% |
| a4/.../a10 | 9% | 11% | 0% | 11% |
| b3 | 10% | 4% | 10% | 11% |
| b6 | 5% | 0% | 0% | 8% |
| b1/b2/b4/b7 | 9% | 0% | 5% | 12% |
| c1/.../c10 | 11% | 0% | 25% | 11% |
| Blancos | 4% | 4% | 5% | 4% |

Tabla 8. Resultados gráficos de la pregunta P.5.

P.6.

En esta cuestión se preguntaba sobre cómo están las partículas a diferentes temperaturas. Para el análisis de los resultados, se utilizaron representaciones gráficas –*Grafos*- (Ezquerria, 2004).

Sólido.

En la Figura 5, hemos recogido las representaciones correspondientes al estado sólido.

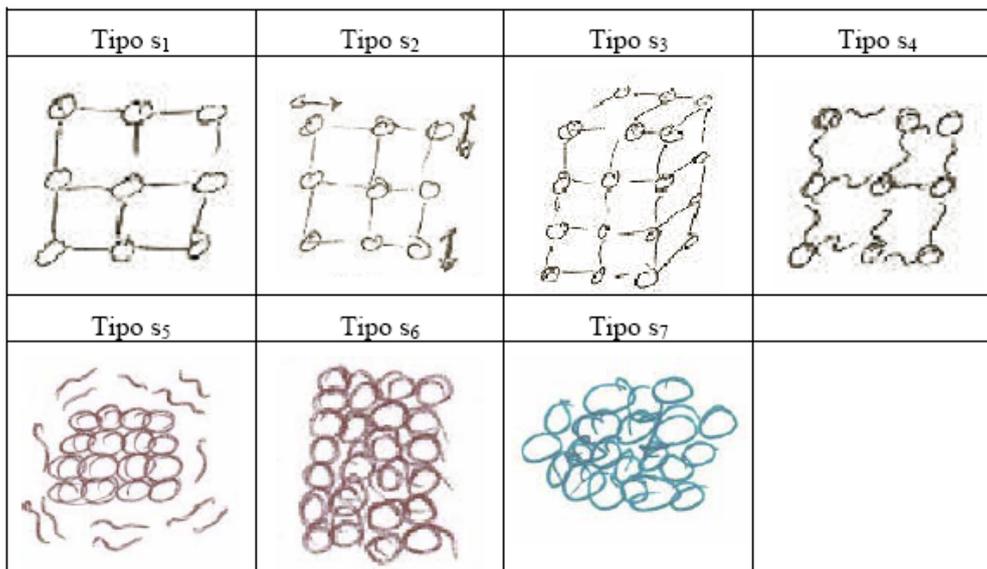


Figura 5. Respuestas gráficas de la pregunta P.6.

Se comprueba (Tabla 10) que la opción mayoritaria del GG fue s6 representa un agrupamiento compacto y ordenado de las partículas pero sin vibración, rotación o cualquier otro movimiento.

| SÓLIDO | GG (%) | 1º Bto (%) | 4º ESO (%) | 3º ESO (%) |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| s1 | 8% | 4% | 0% | 11% |
| s2/ s3 | 2% | 0% | 0% | 2% |
| s4 | 4% | 0% | 0% | 6% |
| s5 | 6% | 22% | 14% | 0% |
| s6 | 56% | 41% | 43% | 63% |
| s7 | 22% | 33% | 43% | 15% |

Tabla 10. Resultados de la pregunta P.6.

Líquido.

En la Figura 6 hemos representado las respuestas correspondientes al estado líquido.

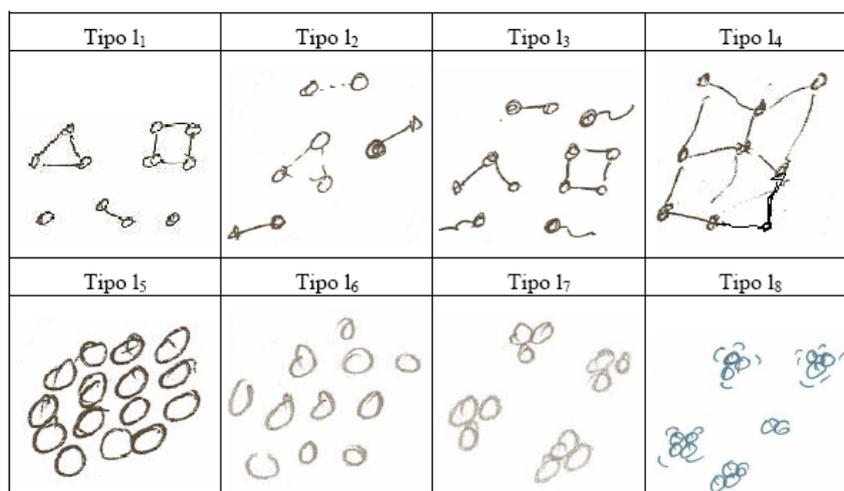


Figura 6. Respuestas gráficas de la pregunta P.6.

Los resultados obtenidos para este tópico muestran un incremento en la dispersión (Tabla 11).

| LÍQUIDO | GG (%) | 1º Bto (%) | 4º ESO (%) | 3º ESO (%) |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 11 | 12% | 0% | 0% | 17% |
| 12 | 5% | 11% | 0% | 4% |
| 13 | 3% | 0% | 5% | 3% |
| 14 | 6% | 4% | 0% | 8% |
| 15 | 29% | 19% | 5% | 37% |
| 16 | 31% | 59% | 67% | 16% |
| 17 | 6% | 0% | 19% | 5% |
| 18 | 3% | 8% | 5% | 1% |

Tabla 11. Resultados de la pregunta P.6.

Se observa que las respuestas mayoritarias 15 y 16 representan desorden en la disposición de las partículas, diferenciándose en la cercanía entre los corpúsculos.

Gaseoso.

En la Figura 7, se recogen las representaciones correspondientes al estado gaseoso.

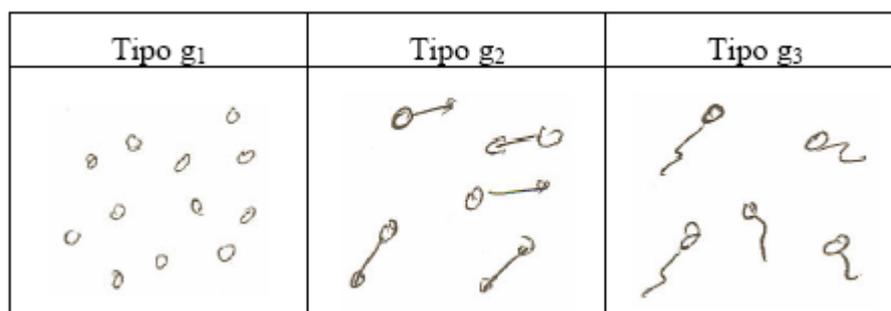


Figura 7. Respuestas gráficas de la pregunta P.6.

Los resultados obtenidos para este tópico muestran una importante concentración en las respuestas (Tabla 12).

| GAS | GG (%) | 1º Bto (%) | 4º ESO (%) | 3º ESO (%) |
|-----|--------|------------|------------|------------|
| g1 | 65% | 67% | 90% | 60% |
| g2 | 9% | 22% | 10% | 5% |
| g3 | 21% | 11% | 0% | 28% |

Tabla 12. Resultados de la pregunta P.6. (III).

Se observa, también, que la respuesta mayoritaria g1 implica una disposición estática y alejada de las partículas, sorprendente sobre todo en 1º Bto. Los otros dos casos (g2 y g3) que muestran distintas representaciones del movimiento de los corpúsculos fueron considerados en menor medida para todos los cursos, salvo g3 que fue utilizado por un 28% en 3º ESO.

CONCLUSIONES

En primer lugar comentemos que el porcentaje de no contesta (blanco) es muy pequeño. Esto parece indicar que el alumnado se adapta bien a este tipo de ejercicios, algo a tener presente a la hora de considerar la incorporación del vídeo como instrumento de enseñanza.

Pensamos que la elaboración de actividades a partir de prensa o televisión (Campanario y col., 2001; Ezquerro, 2003; Serradó y col., 2009) son una buena “excusa” para hacer aflorar las

preconcepciones (Carrascosa, 2006; Aguilar y col., 2007) o permiten iniciar el estudio de un tópico de un modo participativo.

En cuanto a la lectura de las gráficas, parece que el vídeo consiguió transmitir la forma escalonada a la mayoría de los estudiantes. Sin embargo, respecto a los detalles, se observaron notables diferencias entre los distintos cursos. Así, los alumnos de niveles superiores mostraron una mayor sensibilidad a estas referencias, mientras que los de 3º ESO ofrecieron una dispersión mayor en sus contestaciones y una mayor insensibilidad a los puntos señalados.

En cuanto a las imágenes de los estados de agregación y la principal aportación del vídeo, los modelos dinámicos, se observó que se produjo una consideración progresiva con el nivel académico.

Asimismo, los mensajes verbales expuestos en forma de eslogan publicitario tuvieron un impacto muy importante en todos los cursos –no siempre el deseado– dado que no lograron eliminar otras concepciones, sobre todo en 3º ESO.

Pero, estas nuevas herramientas nos deben hacer reflexionar sobre si se debe enseñar lo mismo (y del mismo modo) que con la pizarra (Sanmartí y col., 2001) y cuáles son las nuevas formas de alfabetización que se requieren (Borrego, 2000).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, S., Maturano, C., Núñez, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 691-713.

Borrego, C. (2000). Perspectivas sobre la alfabetización audiovisual. *Investigación en la escuela*, 41, 5-20

Campanario, J. M., Moya, A., Otero, J.C. (2001) Invocaciones y usos inadecuados en la ciencia en la publicidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), pp 45-56

Carrascosa, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte III) Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en comics, prensa, novelas y libros de texto. *Eureka*, 3(1), 77-88.

Ezquerro, A. (2003). ¿Podemos aprender ciencia con la televisión? *Educatio Siglo XXI*, 20-21, 117-142.

Ezquerro, A. (2004) ¿Cómo ve el alumnado la trayectoria de un objeto? Análisis de imágenes con la utilización de grafos. *Educatio Siglo XXI*, 22, 207-229

Ezquerro, A. (2005). “Rápido que me quemo”. Formato audiovisual situado en la red, último acceso el 1 de abril de 2010, desde <http://www.youtube.com/watch?v=vJJJ7CG3hxM>

Perales, J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.

Pro, A., Ezquerro, A. (2008). “¿Qué ropa me pongo?” Cómo percibe el alumnado los contenidos científicos con audiovisuales. *Investigación en la escuela*, 64, 73-92.

Sanmartí, N., Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique*, 29, 71-83

Serradó, A., Azcárate, P., Cardeñoso, J. M. (2009). “Numbers: Zona Cero” (II): Entorno de aprendizaje profesional. *Rev. Eureka*, 9(2), pp. 287-301

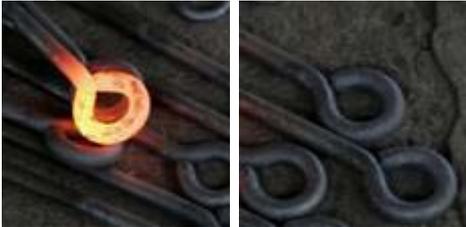
ANEXO I

CURSO:

EDAD:

Pregunta 1: Explica qué objeto está más caliente.

Pregunta 1-a. ----->



Pregunta 1-b. ----->



Pregunta 1-c. ----->



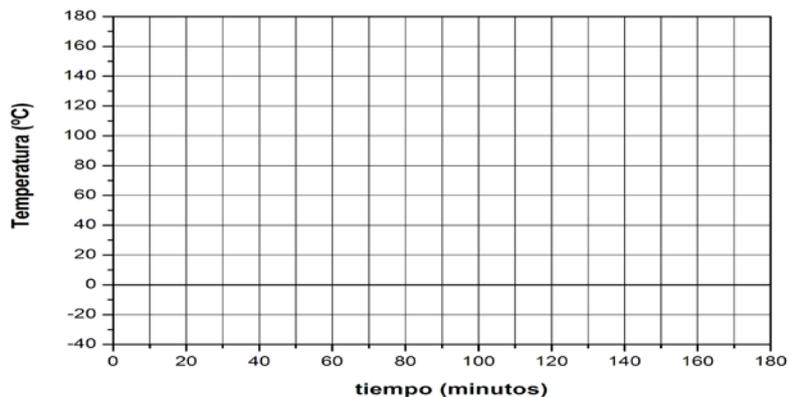
Pregunta 1-d. ----->



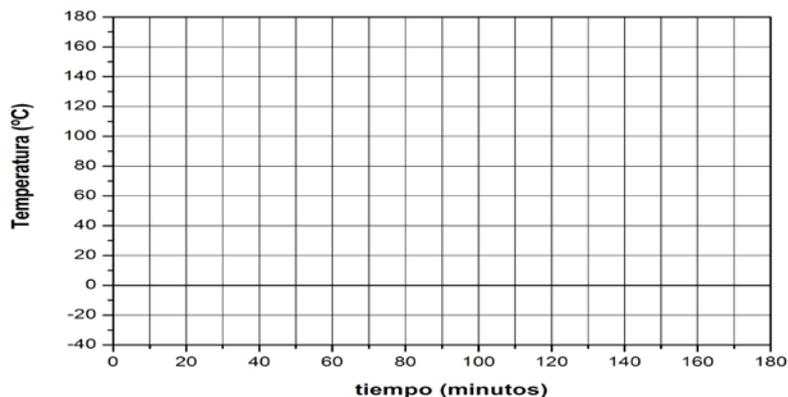
Pregunta 2: ¿Calor y temperatura es lo mismo?

Pregunta 3: ¿Siempre que das calor a algo sube su temperatura? ¿Por qué?

Pregunta 4: ¿Puedes representar cómo va cambiando la temperatura de la nevera cuando vas de excursión?



Pregunta 5: ¿Puedes representar cómo va cambiando la temperatura de la olla cuando se cocinan lentejas?

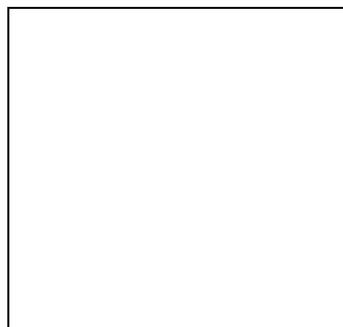
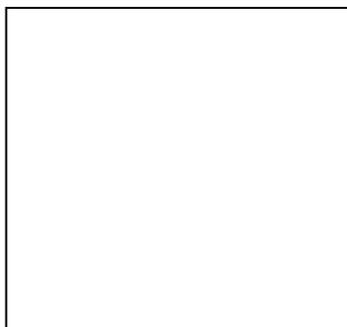


Pregunta 6: ¿Puedes imaginar cómo están las partículas a diferentes temperaturas?

sólido

líquido

gas



Una propuesta para investigar el progreso en la comprensión de la energía por parte de los alumnos¹

Martín, C., Blanco, A.

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga.

cmartin@uma.es

RESUMEN:

La energía constituye, sin duda, uno de los conceptos más importantes en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, tanto por su importancia en el armazón de la ciencia actual como por los aspectos sociales, económicos y ambientales asociados al mismo.

Con la aspiración de contribuir a mejorar el conocimiento sobre el aprendizaje en este dominio, se presenta una propuesta inicial para investigar, durante el periodo de la educación obligatoria, el progreso en la comprensión de la energía por parte de los alumnos.

Se comienza definiendo la energía como dominio específico en la ciencia escolar y resaltando sus características más importantes. A continuación se presentan tres dimensiones importantes en la comprensión de la energía, identificadas a partir de las investigaciones disponibles: su caracterización, sus transformaciones y su conservación. En cada una de ellas se recogen niveles que representan etapas intermedias en la comprensión del aspecto al que alude dicha dimensión; desde los considerados iniciales hasta los que incluyen las ideas más acordes con la ciencia escolar. Finalmente, se proponen algunas líneas de continuación del trabajo.

Palabras clave:

Energía, progreso en la comprensión, dominios específicos, mapa del dominio, educación obligatoria.

INTRODUCCIÓN

Si se preguntara a los profesores de Ciencia cuáles son los conceptos más importantes que han de enseñar, seguramente el de “energía” ocuparía uno de los primeros lugares en el ranking de respuestas. Entre las razones que se suelen indicar se suman las que mencionan su importancia en el armazón de la ciencia y las que resaltan su impacto social y económico (Hierrezuelo y Montero, 1989). Lograr que los alumnos relacionen el aprendizaje escolar de este concepto con actividades cotidianas a las que se encuentran acostumbrados no solo permitirá que entiendan los problemas medioambientales derivados de su obtención y consumo, sino que también despertará en ellos un mayor interés por las ciencias (Pedrosa, 2008).

El aprendizaje del concepto de energía conlleva, a su vez, el de otros conceptos importantes para entender gran cantidad de procesos científicos, no solo en el campo de la Física sino también aquellos procedentes de otras áreas: calor, temperatura, conservación, transformación, degradación, transferencia, etc. Todo ello hace que “energía” pueda calificarse como “concepto estructurante” que, según Gagliardi (1986), es aquel concepto cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera e incluso transformar los conocimientos anteriores. Desde otro punto de vista, la energía puede considerarse

un dominio específico de gran importancia en la educación científica (Prieto, Blanco y Brero, 2002).

Mejorar la comprensión de este dominio constituye, sin duda, un objetivo importante de la educación científica. Con la aspiración de contribuir a este objetivo, en este trabajo se presenta una propuesta inicial para investigar el progreso en la comprensión de la energía por parte de los alumnos.

Los estudios sobre el progreso en la comprensión o en el aprendizaje se muestran como una línea de investigación de gran relevancia para la planificación del currículo y la selección de los enfoques de enseñanza (Prieto, Blanco y Brero, 2002), así como para fundamentar el desarrollo de evaluaciones, tanto las realizadas a gran escala como en las clases de ciencias (Alonzo y Steedle, 2008).

LA ENERGÍA COMO DOMINIO ESPECÍFICO.

Se entiende que un dominio específico representa una parcela de conocimiento científico que posee sentido propio en la ciencia escolar y es enseñado como una unidad, pues se considera que los conceptos que abarcan guardan estrecha relación entre sí y que, por tanto, los alumnos los aprenderán mejor de esta forma (Prieto, Blanco y Brero, 2002).

La energía puede ser considerada como un dominio específico en la ciencia escolar, desde el punto de vista que abarca el entendimiento de conceptos básicos, relacionados entre sí, y cuyo aprendizaje exige una enseñanza sistemática y prolongada en el tiempo.

Una vez definido el dominio específico, es necesario realizar una propuesta que nos permita analizar el progreso en la comprensión que experimentan los alumnos. Para ello, como herramienta metodológica se plantea construir lo que Prieto, Blanco y Brero (2002) denominan el mapa del dominio.

Establecer el mapa de un dominio determinado, entendido como hipótesis de trabajo, requiere identificar los aspectos clave (dimensiones) para su comprensión. En este caso, los aspectos clave en la comprensión de la energía.

Cada una de estas dimensiones vendría, a su vez, delimitada por estados discretos, a los que se denominan niveles, que representan etapas intermedias en la comprensión del aspecto al que alude dicha dimensión hasta llegar a las ideas más acordes con la ciencia escolar, y a las que denominamos nivel escolar. En este trabajo, este nivel representa, en cada dimensión, las ideas deseables al finalizar la educación obligatoria.

El conjunto de dimensiones y niveles constituiría lo que hemos denominado “mapa del dominio”. Se trata de llegar a una representación lo más aproximada posible del conjunto de ideas que los alumnos manifiestan o podrían manifestar sobre la energía (Blanco y Prieto, 2004).

La construcción del mapa del dominio constituye un trabajo de síntesis que se realiza a partir de estudios sobre las concepciones de los alumnos y de estudios teóricos, tales como análisis de contenidos, históricos y epistemológicos (Prieto, Blanco y Brero, 2002). Estos aspectos se muestran especialmente relevantes en este dominio.

Por un lado, energía es un concepto abstracto y difícil de comprender desde el punto de vista científico, pese a ser un término muy utilizado y al que los estudiantes están muy acostumbrados en su vida diaria, casi siempre de un modo impreciso y ambiguo, manifestando concepciones personales que no tienen mucho que ver con su acepción científica (Duit, 1984; Watts, 1983; Hierrezuelo y Montero, 1989; Driver, Squires, Rushworth y Wood-Robinson, 1999). Estas ideas conducen en la mayoría de las ocasiones a falsas concepciones de los fenómenos relacionados con la energía (Michinel y D’Alessandro, 1994). Solbes, Guisasola y Tarín (2009) resumen en cuatro

aspectos las dificultades encontradas en el proceso de aprendizaje: Los alumnos tienen diferentes significados del concepto, que generalmente difieren del significado científico; confunden las formas de energía con sus fuentes; no activan sus esquemas mentales para los conceptos de conservación, transformación, transferencia y degradación de la energía, y no utilizan el principio de conservación de la energía para explicar fenómenos simples en todos los campos de la física.

Por otro lado, si se analiza el desarrollo de este concepto a lo largo de la historia de la ciencia moderna es posible comprobar su compleja evolución (Cotignola & Capannini, 2002) y cómo este hecho puede ayudar a la mejora de su enseñanza (Lopes, 2009).

DIMENSIONES IMPORTANTES PARA EL PROGRESO DE LA COMPRESIÓN DE LA ENERGÍA.

Aplicando la metodología anteriormente descrita al dominio de la energía, y tras el análisis de la bibliografía disponible, especialmente las aportaciones de los trabajos de Solbes y Tarín (1998 y 2004), Solbes, Guisasola y Tarín (2009) y Hierrezuelo y Montero (1989), se han identificado tres dimensiones importantes:

- A. La caracterización del concepto de energía.
- B. Las transferencias/transformaciones de la energía.
- C. La conservación/degradación de la energía.

Teniendo en cuenta la extensión disponible se presentan a continuación el sentido que se le otorga a cada una de estas dimensiones y los niveles que se han identificado en ellas. En la presentación de la comunicación se expondrá, con más detalle, el mapa del dominio completo.

A. La caracterización del concepto de energía

Hoy en día no existe un consenso entre los investigadores sobre cual es la mejor definición para el concepto de energía, asociado a un desacuerdo de cual es la mejor manera de introducir este concepto en la enseñanza. Según establecen Hierrezuelo y Molina (1990) existen dos posturas: una partidaria de definir la energía de manera operacional en el sentido de “la capacidad de un sistema de realizar trabajo”, y otra que defiende que se debe partir de una definición descriptiva del concepto en los siguientes términos: “La energía es una propiedad o atributo de todo cuerpo o sistema material en virtud de la cual este puede transformarse, modificando su situación o estado, así como actuar sobre otros originando en ellos procesos de transformación”.

Tomando esta última definición como referencia, en esta dimensión se engloban las distintas ideas que tienen los alumnos sobre lo que es la energía, quién dispone de ella y cómo lo hace. Dentro de esa dimensión, a la que se ha denominado “caracterización de la energía” distinguiremos dos subdimensiones, qué o quién tiene energía y de dónde procede. En cada una de ellas es posible diferenciar algunos niveles.

Qué o quién tiene energía

Nivel inicial: Los seres vivos. Driver et al. (1994), Watts y Gilbert (1985)

Niveles intermedios:

- *Los combustibles.* Duit (1984), Solomón (1983), Stead (1980), Watts y Gilbert (1985).
- *Determinados cuerpos.* Watts y Gilbert (1985) describen un modelo de almacén de la energía, según el que unos objetos tienen energía y son recargables, otros necesitan energía y gastan la que

tienen y otros son neutros. Este modelo también fue identificado por otros investigadores para alumnos de edades comprendidas entre 10 y 12 años.

Nivel escolar: Todos los sistemas materiales tienen energía. (Hierrezuelo y Molina, 1990).

De dónde procede la energía

Nivel inicial. De “algo” material almacenado en determinados materiales. Watts y Gilbert (1985).

Nivel intermedio. Del movimiento y la actividad. (Driver et al., 1994; Solbes y Tarín, 2004; Trumper, 1998).

Nivel escolar. La energía es una propiedad de cualquier sistema material y no es algo material. La existencia de la energía no está condicionada por el hecho de presentarse o no de una determinada forma. (Hierrezuelo, 1995).

B. Transferencias/Transformaciones de la energía

Esta dimensión trata de describir las concepciones que presentan los alumnos de entender la energía como la capacidad de actuar produciendo transformaciones de los cuerpos. Para que los alumnos progresen en la comprensión dentro de esta dimensión, es necesario que comprendan tres aspectos importantes, por un lado que diferencien y no asocien únicamente los conceptos de energía con los de movimiento, fuerza, potencia, trabajo (Watts y Gilbert, 1985; Ault, Novak y Gowin, 1982; Driver, 1994; Hierrezuelo y Molina, 1990, Trumper, 1998), por otro, es necesario que aprendan a realizar el análisis de los sistemas desde el estudio de los estados inicial y final de las transformaciones (Hierrezuelo y Molina, 1990; Hierrezuelo, 1995), y por último deben de ser capaces de identificar las formas de energía con sus fuentes (Solomon, 1985; Hierrezuelo, 1995; Tarín y Solbes, 2004; Solbes, Guisasola y Tarín, 2009; Papadouris, Constantinou y Kyratsi, 2008).

Nivel inicial. La energía es algo que produce fuerza y la fuerza puede transformarse en energía. (Salomón, 1985, Hierrezuelo y Molina, 1990; Watts y Gilbert, 1985; Ault, Novak y Gowin, 1982; Driver et al., 1994)

Niveles intermedios.

- *La energía es algo almacenado que pasa de un sistema a otro.* (Hierrezuelo, 1995; Solbes y Tarín, 1998).

- *La energía es la fuente que proporciona lo necesario para que las cosas ocurran.* (Solomon, 1985; Hierrezuelo, 1995; Tarín y Solbes, 2004; Solbes, Guisasola y Tarín, 2009; Papadouris, Constantinou y Kyratsi, 2008).

Nivel escolar. La energía puede transferirse, puede transformarse y presentarse de distintas formas.

La energía puede transferirse de un sistema a otro. Esto no significa que haya algo que pase de un sistema a otro, sino que la energía de un sistema disminuye, al modificar alguna propiedad del mismo como la velocidad o la temperatura, y al mismo tiempo aumenta la energía del otro, también porque ha variado alguna propiedad (Hierrezuelo, 1995). Además, la energía puede presentarse de muchas formas, siempre asociada con distintas características observables de los sistemas, y puede transformarse de una a otra.

C. Conservación de la energía

La conservación de la energía es una de las propiedades más importantes y en la que se fundamenta muchas de sus utilidades. Esta dimensión recoge las distintas etapas que presentan las ideas y

concepciones de los alumnos hasta llegar a entender que la energía no desaparece en las transformaciones, y por tanto, ni se crea ni se destruye sino que se transforma.

Nivel inicial. La energía se gasta. (Duit, 1984; Driver y Warrington, 1985; Solomon, 1985; Solbes y Tarín (1998 y 2004)

Nivel intermedio. La energía se conserva pero no se degrada. Hierrezuelo (1995); Trumper (1998).

Nivel escolar. La energía se conserva y se degrada en los procesos de transformación. Hierrezuelo y Moreno (1989).

Una vez entendida la conservación de la energía es necesario que los alumnos den un paso más en su aprendizaje llegando a comprender que la conservación de la energía va asociada y tiene su principal explicación por el principio de degradación. Esto significa que deben entender que existe parte de la energía que se transforma en procesos menos útiles para el hombre, pasando a otros medios de interacción distintos del observado.

PROPUESTA DE CONTINUACIÓN

Lo presentado en este trabajo es una primera aproximación al progreso de la progresión de los alumnos sobre el dominio específico de la energía, que según la metodología seguida conlleva en su fase inicial la elaboración del mapa del dominio. Será necesario, para completar el mapa, identificar posibles dimensiones directamente relacionadas con los aspectos sociales, económicos y ambientales.

El mapa sobre el dominio de la energía debe constituir una síntesis lo más completa posible, a luz de las investigaciones actuales, de cómo evolucionan las concepciones de los alumnos sobre cada una de las dimensiones identificadas hasta llegar a las ideas que se consideran deseables desde el punto de vista de la ciencia escolar. Debe considerarse como una hipótesis de trabajo que deberá ser confrontada mediante estudios (transversales y longitudinales) con poblaciones de estudiantes.

Otra posible línea de investigación estaría relacionada con el planteamiento de diversos autores que mantienen que los alumnos no tienen ideas aisladas de un determinado dominio, sino que estas se encuentran relacionadas y pueden organizarse en teorías (Blanco y Prieto, 2004). Por tanto se podría investigar la identificación de dichas teorías en el dominio de la energía y, en su caso, describirlas y relacionarlas con las ideas contenidas en el mapa del dominio.

BIBLIOGRAFÍA

Alonzo, A., Steedle, J. (2008). Developing and assessing a force and motion learning progression. *Science Education*, 93, 389-421.

Ault, C., Novak, J., Gowin D. (1982). Constructing vee maps for clinical interviews on energy concepts. *Science Education*, 72(4), 515-545.

Blanco, A., Prieto, T. (2004). Un esquema para investigar el progreso en la comprensión de los alumnos sobre la naturaleza de la materia. *Revista de Educación*, num. 335, 445-465.

Cotignola, M., Capannini, O. (2002). Difficulties in learning thermodynamics concepts: are they linked to the historical development of this field? *Science & Education*, Vol. 11, 279-291.

Driver, R., Warrington, L. (1985). Students' use of the principle of energy conservation in problem situation. *Physics Education*, Vol. 20, 171-176.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria*. Madrid: Aprendizaje Visor.

- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school- empirical results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*, Vol. 19, 59-66.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 4 (1), 30-36.
- Hierrezuelo, J. (coord.) (1995). *Ciencias de la naturaleza. I V, Cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Ed. Edelvives.
- Hierrezuelo, J., Molina, E. (1990). Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 8 (1), 23-30.
- Hierrezuelo, J., Montero, A. (1989). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Barcelona: LAIA/MEC.
- Lopes, R. (2009). On the concept of energy: How understanding its history can improve physics teaching. *Science & Education*, Vol. 18 (8), 961-983.
- Michinel, J. y D'Alessandro, A. (1994). El concepto de energía en los libros de texto: de las concepciones previas a la propuesta de un sublenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 12 (3), 369-380.
- Papadouris, N., Constantinou, C., Kyratsi, T. (2008). Students' use of the energy model to account for changes in physical systems. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 25 (4), 444-469.
- Pedrosa, M. (2008). *Metas de desenvolvimento do m ilenio e competencias- Energia e recursos energéticos e m educaçao científica para todos*. Comunicación presentada en XXI Congreso de Enciga., O Carballiño, Orense.
- Prieto, T., Blanco, A., Brero, V. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos: Una propuesta para la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 20 (1), 3-14.
- Solbes, J., Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 16 (3), 387-397.
- Solbes, J., Tarín, F. (2004). La conservación de la energía un principio de toda física. Una propuesta y unos resultados *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 22 (2), 185-194.
- Solbes, J., Guisasola, J., Tarín, F. (2009). Teaching energy conservation as a unifying principle in physics. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 18, 265-274.
- Solomon, J. (1983). Messy, contradictory and obstinately persistent: A study of children's out of school ideas about energy. *School Science Review*, Vol. 65 (231), 225-229.
- Solomon, J. (1985). Teaching the conservation of energy. *Physics Education*, Vol. 20 (4), 165-176.
- Stead, B. (1980). *Energy*. LISP Working Paper 17. Hamilton, New Zealand: Science Education Reserch Unit, University of Waikato.
- Trumper, R. (1998). A longitudinal study of physics students' conception on energy in pre-service training for high school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 7 (4), 75-86.
- Watts, D. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, Vol. 18, 213-217.
- Watts, D., Gilbert, J. (1985). *Appraising the understanding of science concepts: energy*. Guilford: Department of Educational Studies, University of Surrey.

¹ Este trabajo forma parte del proyecto de I+D+i «Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)» (EDU2009-07173) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria de 2009.

La construcción del conocimiento de los estudiantes sobre enlace químico. Aportaciones empíricas e implicaciones curriculares

Benarroch, A. (1), Marín, N. (2), Matus, L. (3)

(1) Universidad de Granada; (2) Universidad de Almería;

(3) Universidad Nacional de San Juan (Argentina).

aliciabb@ugr.es

RESUMEN

En este trabajo, se muestran los sucesivos niveles explicativos sobre enlaces químicos, encontrados en una reciente investigación que ha sido desarrollada bajo los mismos presupuestos teóricos y metodológicos que otras anteriores de los autores. La técnica de recogida de datos fue la entrevista semiestructurada, y la muestra estuvo formada por quince estudiantes de 12 años, quince estudiantes de 15 años y diez de 18 años (N total = 40). Asimismo, se exponen las relaciones de los niveles explicativos con las edades de los estudiantes y finalmente, se discuten algunas de las limitaciones y ventajas de estos estudios para su aplicación directa al diseño y desarrollo curricular.

Palabras clave

Progresiones de aprendizaje, enlace químico, construcción del conocimiento, curriculum.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La descripción de la progresión del conocimiento de los estudiantes con la edad en los diversos tópicos de ciencias es un objetivo antiguo en la didáctica de las ciencias, tanto o más como lo puede ser esta misma ciencia. Suele estar asociado, directa o indirectamente, al menos, a los estudios sobre desarrollo cognitivo (Benlloch, 1997), sobre construcción del conocimiento específico (Benarroch, 2000) y sobre progresiones de aprendizaje (Smith, Wiser, Anderson y Krajcik, 2009). También se ha obtenido mucha información indirecta, aunque no fuera ni mucho menos una meta de los mismos, desde los trabajos sobre concepciones alternativas (Driver, Leach, Scott y Wood-Robinson, 1994).

El valor de este conocimiento radica en que puede proporcionar mejores orientaciones a los profesores (y a otros, tales como autores de textos y diseñadores de currículo) para tomar decisiones sobre la secuenciación del contenido, hechos y experiencias más adecuados a cada grupo de edad (Millar, Gott, Lubben y Duggan, 1993). Por tanto, tiene implicaciones tanto para la planificación del currículo a gran escala como para el diseño de las intervenciones didácticas del profesorado de todos los niveles, ayudándole a conectar los contenidos de la ciencia erudita con las experiencias vitales de los estudiantes (Smith *et al*, 2009).

En el Reino Unido, la preocupación por la progresión en el aprendizaje fue dinamizada por la implantación del National Curriculum para Inglaterra y Gales (Adey, 1997). Asimismo, en la actualidad, en Estados Unidos hay una nueva proliferación de estos estudios activada por una nueva evaluación nacional a instancias del organismo estatal encargado de realizar estas evaluaciones periódicas, el National Assessment Governing Board (NAEP, 2008). En ambos casos, se reconoce

el valor de los estudios sobre progresiones en el aprendizaje para establecer los ‘standards’ que describen qué saben o qué deben saber los estudiantes de las distintas edades.

Como señalan Prieto, Blanco y Brero (2002), “aunque probablemente existe consenso sobre la importancia del tema, quizás éste ya no se da cuando se trata de delimitar en qué consiste la progresión en el aprendizaje de las ciencias. Ésta puede entenderse, entre otras formas, como los sucesivos estados por los que pasa un estudiante en la evolución de sus ideas, como distintos momentos o etapas en el desarrollo de determinadas estructuras cognitivas, o como la superación de determinados obstáculos o dificultades en el aprendizaje”. A pesar de esta diversidad de enfoques y objetivos, no se trata de vertientes independientes sino íntimamente relacionadas entre sí, de forma que el avance en una de ellas repercute en el de las otras.

Los autores de este trabajo llevamos dos décadas investigando sobre los sucesivos niveles explicativos de los estudiantes de distintas edades en tópicos de ciencias específicos. Los sucesivos niveles explicativos se identifican con las formas progresivamente más sofisticadas de razonar que tienen los estudiantes a lo largo de su escolaridad. Aunque hay diferencias que no se nos escapan, vemos en nuestras investigaciones muchos rasgos comunes con las que se han dado en llamar en los últimos tiempos progresiones en el aprendizaje. Las comparaciones entre ambos enfoques serían complicadas y exceden los límites del trabajo actual, pero queremos dejar constancia de la similitud entre ellos.

En este trabajo, se pretende mostrar los sucesivos niveles explicativos sobre enlaces químicos, encontrados en una reciente investigación que ha constituido la tesis doctoral de una de las autoras (Matus, 2009). Asimismo, se expondrán las relaciones de los niveles explicativos con las edades de los estudiantes y finalmente, se discutirán algunas de las limitaciones y ventajas de estos estudios para su aplicación directa al diseño y desarrollo curricular.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

Como se acaba de señalar, desde el punto de vista teórico y metodológico, esta investigación es deudora del enfoque utilizado en investigaciones previas sobre construcción del conocimiento de los estudiantes (Marín, Jiménez y Benarroch, 2004; Jiménez, Benarroch y Marín, 2006), a las que remitimos al lector si es de su interés conocerla con mayor profundidad. De modo muy resumido, en él se concibe el aprendizaje, desde una perspectiva constructivista dinámica (Marín, 2003), como un proceso abierto, de reorganización continua de las estructuras mentales, constitutivas del verdadero conocimiento del estudiante. Sin embargo, desde este marco teórico, este conocimiento no es directamente observable y el investigador sólo puede llegar a él mediante un proceso de aproximaciones sucesivas. Este proceso parte de las respuestas y/o manifestaciones observables de los estudiantes, y, aunque la finalidad última tendría que ser la identificación de las estructuras mentales cognoscitivas, en la práctica finaliza con el logro de sus niveles explicativos. Éstos representan las tendencias o pautas encontradas entre las respuestas significativas de los alumnos.

En este marco teórico, alcanzar los sucesivos niveles explicativos tiene implicaciones metodológicas, tales como:

- Conseguir que las respuestas de los estudiantes sean lo más significativas posible, esto es, que deriven verdaderamente de sus esquemas de conocimiento, y no de respuestas de compromiso, al azar, inducidas, etc. Una de las medidas utilizadas para ello es la elección de la entrevista individual en profundidad como técnica de recogida de datos.
- Asimismo, el cuestionario utilizado (que contiene las preguntas fijas de la entrevista individual) debe ser diseñado de modo estratégico, tanto por la exigencia de que sus tareas

sean inteligibles para estudiantes de muy diversas edades, como por la de conseguir respuestas lo más significativas posibles de los estudiantes.

- Por último, el tratamiento de las respuestas de los estudiantes implica a) el trazado de las categorías empíricas; b) la jerarquización de las mismas, creando variables categoriales susceptibles de ser tratadas mediante análisis estadístico multivariable y, c) la aplicación de un análisis de correspondencias múltiples (ACM) para la identificación de los niveles explicativos.

Concretamente, en esta investigación sobre enlaces químicos, la muestra estuvo formada por quince estudiantes de 12 años, quince estudiantes de 15 años y diez de 18 años (N total = 40). Todos ellos estaban cursando sus estudios en centros educativos argentinos cercanos geográficamente entre sí y con un nivel socio cultural medio.

LOS NIVELES EXPLICATIVOS DE LOS ESTUDIANTES SOBRE ENLACES QUÍMICOS

Gracias a la anterior metodología, ha sido factible jalonar el conocimiento de los estudiantes, en relación al enlace químico, en 4 niveles explicativos cuyas características aquí reproducimos únicamente con sus elementos más destacados:

Nivel 1: No se distingue entre la unión fuerte entre los átomos que forman una molécula y la unión más débil que liga las moléculas entre sí.

- No es posible la representación química
- No es posible la comprensión del enlace químico en ninguno de sus modelos.

Nivel 2: En un principio, no se distingue entre la unión fuerte de los átomos que forman una molécula y la unión más débil que liga las moléculas entre sí. Sin embargo, con ayuda, resulta posible rectificar y asimilar esta distinción.

- Es posible un nivel inicial de representación química
- Es posible un nivel inicial de comprensión del enlace químico, asociado a un átomo daltoniano, de modo que este modelo inicial de enlace químico nunca llega a ser el modelo electrónico o de alto nivel.

Nivel 3: Distinguen, tras la repetición, entre la unión fuerte entre los átomos que forman una molécula y la unión más débil que liga las moléculas entre sí. Sin embargo, esta distinción no le permite ir más allá de esta asociación lo que hace que no sea enteramente funcional.

- Es posible la representación química molecular.
- Alcanzan a comprender un modelo de enlace químico de bajo nivel, y un modelo inicial o rudimentario de enlace químico electrónico o de alto nivel.

Nivel 4: Distinguen entre la unión fuerte entre los átomos que forman una molécula y la unión más débil que liga las moléculas entre sí.

- Es posible la representación química molecular e iónica.
- Alcanzan a comprender el enlace químico mediante modelos electrónicos

Los niveles explicativos que se acaban de describir sugieren que hay una relación entre la capacidad representacional de las sustancias químicas y la comprensión de los conceptos asociados a los enlaces químicos. Concretamente, en el primer nivel (formado por alumnos de 12 años), ambas cosas parecen inasequibles a un estudiante que carece de la abstracción necesaria para el simbolismo asociado a las fórmulas químicas. En el segundo nivel (formado en su mayoría por

alumnos de 12 años y algunos de 15), ya se detecta cierta comprensión de las fórmulas moleculares, entendidas como estructuras de átomos indivisibles ligados entre sí. En el tercer nivel (constituido mayormente por estudiantes de 15 años y algunos de 12), la plenitud de esta comprensión lleva a los estudiantes a ser capaces de diferenciar por ejemplo $2O$ de O_2 , pero aún esta capacidad representacional se ve limitada a un modelo atómico daltoniano, mostrando no pocas dificultades con las estructuras iónicas y los modelos de enlaces químicos electrónicos. Por último, en el cuarto nivel (integrado en su mayoría por estudiantes de 18 años y algunos de 15), es posible alcanzar la plena comprensión de la representación química y de los enlaces químicos explicados en términos electrónicos.

Entendemos esta progresión como un marco orientador y reformulable que podría ayudar tanto para la selección de los contenidos relacionados con el enlace químico en cada una de estas edades, como para el diseño de las tareas de enseñanza del profesorado. Ahora bien, esta propuesta no debe entenderse como un planteamiento cerrado e inflexible de la programación de los contenidos educativos, pues no representan un itinerario obligado para todos los alumnos; es un itinerario estadístico y, por tanto, orientativo. Otro aspecto destacable asociado a estos niveles explicativos es que, tal y como han sido alcanzados, no representan el desempeño real de los estudiantes; más bien, sus potenciales desempeños. No se debe esperar que la respuesta de un estudiante ante una cuestión relacionada con los enlaces químicos quede perfectamente ubicada en uno de estos niveles; más bien, se deben considerar como niveles previsiblemente alcanzables y, por tanto, referencias para la programación tanto curricular como didáctica.

RELACIÓN DE LOS NIVELES EXPLICATIVOS SOBRE ENLACE QUÍMICO Y LA EDAD

Aunque se ha comentado en el apartado anterior, no hay una asociación perfecta entre nivel explicativo en relación con el enlace químico y la edad de los estudiantes (aunque sí una alta correlación cifrada en 0,831, significativa al 99% de confianza). Concretamente, en el gráfico 1 se muestran los niveles explicativos de los alumnos según sus edades. Como se puede observar, los alumnos de 12 años pueden pertenecer a los niveles 1, 2 y 3 (siendo mayoritario el 2), y los de 15 años a los niveles 2, 3 y 4 (mayoritario el 3). En cambio, todos los alumnos de 18 años pertenecen al grupo 4.

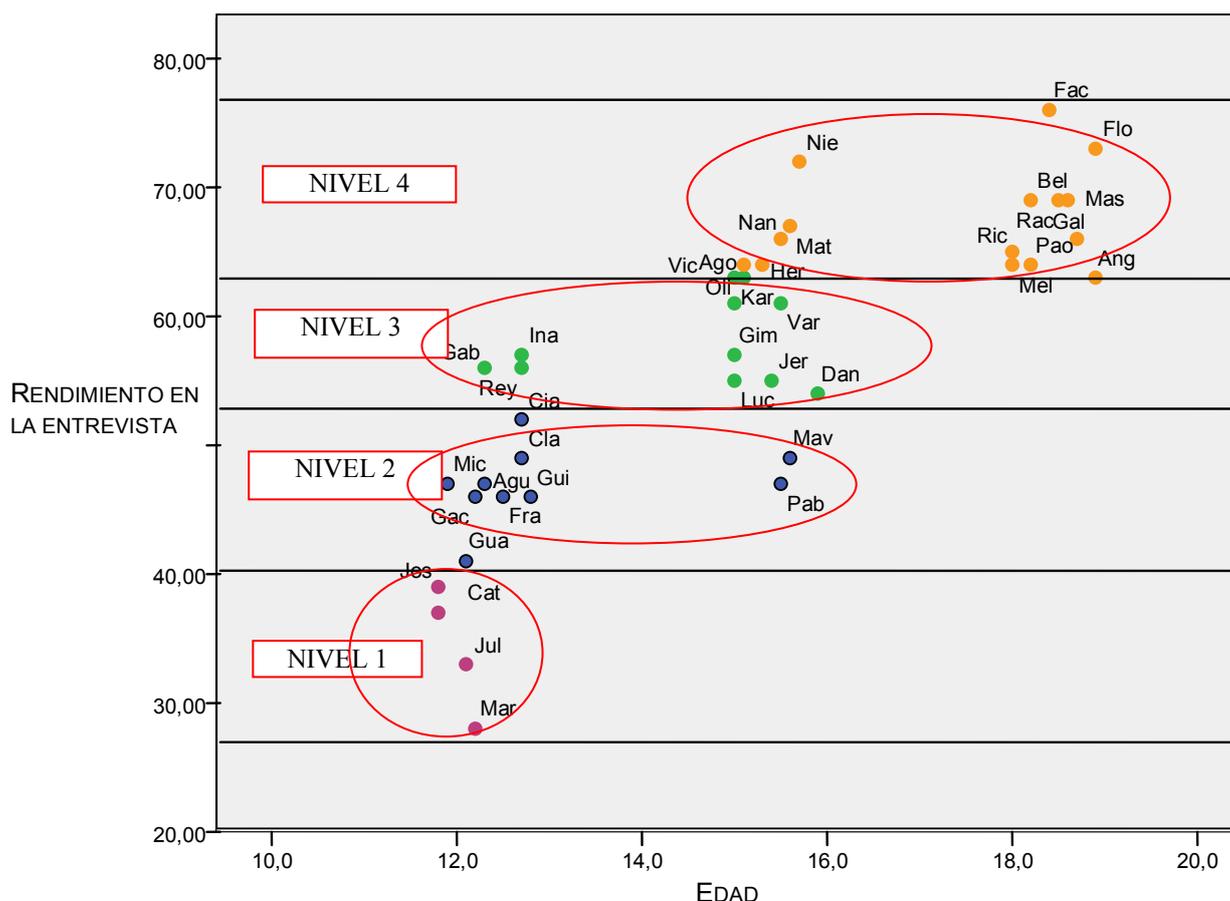


Gráfico 1. Distribución de los alumnos según su rendimiento acumulado en la entrevista y según su edad.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES CURRICULARES

En este trabajo se ha presentado de modo sucinto los niveles explicativos de los estudiantes en la construcción del conocimiento sobre enlaces químicos. Se ha argumentado, además, que se corresponden bastante bien con lo que otros autores denominan hipótesis de progresión. Sin embargo, la presencia en nuestros trabajos de un marco teórico y articulado que en este trabajo únicamente se ha podido esbozar, permite comprender bastante bien el alcance y las limitaciones de nuestros resultados.

Concretamente, se ha defendido que los niveles explicativos no deben ser tomados como referencias directas de lo que los alumnos saben en cada etapa educativa, sino mejor, como lo que los alumnos pueden llegar a saber. Para ello, es necesario que se pongan en juego estrategias similares a las usadas en la entrevista, que favorecen la repetición, la reflexión y los conflictos entre ideas. En consecuencia, representan marcos de referencia útiles para el diseño curricular y para la programación didáctica de los contenidos.

Otro aspecto mostrado es la falta de correlación perfecta entre nivel explicativo y edad, aspecto que es una constante de los estudios que de modo directo o indirecto han relacionado los niveles de conocimiento de los estudiantes con la edad. La dispersión de los niveles explicativos en cada grupo de edad es amplia, y concretamente, en el caso de los enlaces químicos, ésta es mayor para los estudiantes de 12 y 15 años que para los de 18.

En un estudio previo que identificaba los niveles explicativos relacionados con la naturaleza corpuscular de la materia (Benarroch, 2000), en la que el rango de edad estudiado fue de 9 a 19 años, obtuvimos una dispersión importante en todos los grupos de edad, y especialmente, en los estudiantes de 13 años. Resultados similares en cuanto a la falta de correlación absoluta entre niveles y edad han sido obtenidos en los trabajos de Benlloch (1997), relacionados con el aire y el calor, Moreno (1998) acerca de la flotación, García (1999) sobre ecología, y muchos otros.

Esta investigación sobre enlaces químicos parece apoyar que, si bien la hipótesis atómico-molecular para explicar la diversidad de las sustancias y la introducción a la representación simbólica de las reacciones químicas, podría ser enseñada desde los 12 años de edad, sin embargo, el concepto de enlace químico para explicar las propiedades, estructura y cambios químicos, debería esperar a los 18 años, dadas las dificultades que tienen los estudiantes de 15 con algunos de los aspectos involucrados. Evidentemente, estas edades están limitadas por las consideradas en la investigación y se requerirían más estudios para su confirmación.

Este planteamiento es similar al establecido en los ‘standars’ recientemente establecidos por la National Assessment Governing Board (NAEP, 2008), pero está algo más lejos de las enseñanzas mínimas españolas (MEC, 2006; 2007), en las que se introduce la hipótesis atómico-molecular en el tercer curso de la ESO (15 años), y los enlaces químicos en el cuarto curso (16 años) para los estudiantes del bachillerato científico-tecnológico (ver tabla 1). Podría ser el carácter propedéutico de este curso el que determina esta decisión curricular.

| EDAD | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|--------|------------------------------------|----|----|----|---|----|------------|------------------|----|
| EEUU | Estudio macroscópico de la materia | | | | Representación simbólica de la materia (RSM) Hipótesis atómico-molecular (HAM) | | | Enlaces químicos | |
| España | Estudio macroscópico de la materia | | | | | | RSM HAM | Enlaces químicos | |

Tabla 1. Comparación de decisiones curriculares entre EEUU (NAEP, 2008) y España (MEC, 2006; 2007)

Desde nuestro punto de vista, independientemente de la necesidad de mucha mayor investigación para asesorar las enseñanzas mínimas de cada curso escolar, lo que conviene destacar es que las investigaciones sobre progresiones en el aprendizaje pueden orientar pero no dictaminar las decisiones últimas adoptadas sobre qué contenidos enseñar a cada nivel de edad. Estas decisiones parecen depender también de aspectos contextuales y sociales (¿a qué etapa nos estamos refiriendo? ¿obligatoria o no? ¿es un colegio de clase media o selectivo?) y políticos (¿enseñar ciencias para todos o para algunos?). Lo anterior no invalida la utilidad de estas investigaciones sobre construcción del conocimiento sobre contenidos específicos, pero sí las sitúa en una posición más ajustada a sus posibilidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Adey, P. (1997). Dimensions of progression in a curriculum. *The Curriculum Journal*, 8(3), 367-391.
- Benarroch, A. (2000). El desarrollo cognitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 235-246.
- Benlloch, M. (1997). *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Visor.

- Driver, R., Leach, J., Scott, J., Wood-Robinson, C. (1994). Young people's understanding of science concept: implications of cross-age studies for curriculum planning. *Studies in Science Education*, 24, 75-100.
- García, J. E. (1999). La Construcción del Conocimiento Escolar y el Uso de las Ideas de los Alumnos. En M. Kaufman y L. Fumagalli. *Enseñar Ciencias Naturales*. Argentina: Paidós. 175-210.
- Jiménez, E., Benarroch, A., Marín, N. (2006). Evaluation of the Degree of Coherence Found in Students' Conceptions Concerning the Particulate Nature of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(6), 577-598.
- Marín, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 43-55.
- Marín, N., Jiménez, E., Benarroch, A. (2004) How to identify replies that accurately reflect students' knowledge? A methodological proposal. *International Journal of Science Education*, 26(4), 425-445.
- Matus, L. (2009). Progresiones de aprendizaje en el área del enlace químico. Análisis de Coherencia entre capacidades de los estudiantes y las representaciones usadas en los libros de texto. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- MEC (2006). Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
- MEC (2007). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- Millar, R., Gott, R., Lubben, F., Duggan, S. (1993). *Children's performance of investigative tasks in science: a framework for considering progression*. Documento presentado en Annual Meeting of the British Educational Research Association. Universidad de Liverpool, 10-13 de septiembre.
- Moreno, M. (1998). Las explicaciones sobre la flotación. En M. Moreno, G. Sastre, M. Bovet y A. Leal. *Conocimiento y cambio. Los modelos organizadores en la construcción del conocimiento*, 93-143. Barcelona: Paidós.
- NAEP (2008). Science Framework for the 2009. National Assessment of Educational Progress. [en línea el 11/01/2010 en <http://www.nagb.org/publications/frameworks/science-09.pdf>]
- Prieto, T., Blanco, A., Brero, V. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos. Una propuesta para la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 3-14.
- Smith, C., Wiser, M., Anderson, C., Krajcik, J. (2006) Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and Atomic-Molecular Theory. *Measurement*, 14 (1&2), 1-98.

Planificación de la propuesta “¿cuál es la mejor fuente de energía?” Para educación primaria

de Pro Bueno, A. (1), Rodríguez, F.J. (2)

(1) *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia;*

(2) *CEIP Manuel Andujar. La Carolina (Jaén).*

nono@um.es

RESUMEN

La reforma LOE ha introducido cambios en los objetivos, contenidos y criterios de evaluación de la Educación Primaria pero, sobre todo, ha incorporado una nueva idea: las competencias básicas para la ciudadanía. Si este término es algo más que un nuevo vocablo que añadir a la prolífica jerga pedagógica, puede y debe suponer cambios importantes en el para qué, el qué y el cómo enseñar ciencias. Parece obligado clarificar cómo se puede llevar este elemento innovador al aula. El trabajo pretende mostrar el diseño de una propuesta de enseñanza coherente con este planteamiento.

Palabras clave

Educación Primaria. Propuesta de enseñanza. Ahorro energía. Energías renovables.

ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La “seña de identidad” del currículum emanado de la LOE (MEC, 2006) han sido las competencias básicas para la ciudadanía. Sin entrar en consideraciones recogidas en otros trabajos sobre este nuevo término pedagógico (Pro, 2007; Pro y Miralles, 2009...), hemos de señalar que:

- no se las deben confundir con las competencias profesionales.
- no se pone el énfasis en la adquisición sino en la utilidad y utilización del conocimiento, las destrezas, los valores... y, además, en diferentes situaciones.
- conlleva una idea integradora: no separa tipos de contenidos, ni la educación formal de la no formal, ni entre las “viejas disciplinas”... ni a las propias competencias.
- su proceso de adquisición no se acaba; luego exige una secuenciación. Una misma competencia puede tener diferentes niveles de complejidad.
- exigen un cambio profundo en la forma de plantear los contenidos, en el enfoque de las actividades, en la evaluación, en la planificación... y, desde luego, en la formación del profesorado.

Es fácil suscribir el “desglose” de las competencias que se realiza en el Anexo 1 del RD (MEC, 2006) y, de hecho, los consideramos deseables al terminar la educación obligatoria. El problema está en que no aclara hasta dónde llegar con el alumnado en Primaria. En estas edades, los niños tienen problemas de comunicación oral y escrita (lo que limita, por ejemplo, la búsqueda de información o el análisis crítico de la publicidad), no son capaces de formular hipótesis (al no tener “marcos estables” de conocimiento, como mucho, harán conjeturas) y nos quedaríamos satisfechos si son capaces de llegar a soluciones técnicas (“sigan o no criterios de economía o eficacia”). El legislador ni ha clarificado qué hacer en la Educación Infantil (donde ni las nombran) o en la Educación Primaria ni, mucho menos, cómo hacerlo...

En este contexto de “cierta desorientación”, creemos necesario diseñar propuestas concretas de enseñanza que clarifiquen de qué se está hablando o “hagan visible” cómo podemos compatibilizar los principios que hay detrás de las competencias con los hallazgos existentes de la investigación e innovación de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Hemos elegido un tema -la energía- que no precisa ser defendido: está presente en el currículum, tiene importancia ciudadana, atiende a necesidades personales y sociales, es actual y aparece en los medios de comunicación... Y hemos diseñado una propuesta “¿Cuál es la mejor fuente de energía?” para 3er. ciclo de esta etapa educativa.

ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM OFICIAL

El primer paso en cualquier proceso de planificación es el análisis del currículum oficial (Pro, 2009). Ahora bien, como ya hemos dicho en otros trabajos -por ejemplo, en Pro y Miralles (2009)- existen contradicciones importantes entre las competencias básicas y los contenidos en el actual marco de la Educación Primaria. Por ello, tomamos como referentes las primeras.

Según el currículum, el Área del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural debe contribuir al desarrollo de todas las competencias básicas. Ahora bien, las más específicas de esta asignatura son: la *Competencia en el Conocimiento e Interacción en el Mundo Físico*, la *Competencia Social y Ciudadana* y el *Tratamiento de la información y competencia digital*. Tomando el desglose de estas competencias que recoge el Anexo del RD, hemos identificado algunas “subcompetencias” que podrían trabajarse en nuestra propuesta en el Cuadro 1.

| | |
|---|---|
| <p>Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valorar la importancia de la conservación de los recursos y la solidaridad global. - Mostrar espíritu crítico en el análisis de mensajes informativos y publicitarios. - Usar hábitos de consumo responsable. - Identificar preguntas sobre el mundo físico y sobre los cambios que la actividad humana produce sobre el medio ambiente, la salud y la calidad de vida de las personas, y obtener conclusiones basadas en pruebas. - Aplicar nociones y conceptos científicos y técnicos. - Poner en práctica procesos y actitudes propios de la indagación científica: realizar observaciones; formular preguntas; localizar, obtener, analizar y representar información cualitativa y cuantitativa; realizar predicciones; comunicar conclusiones en diversos contextos. - Planificar y manejar soluciones técnicas. | <p>Competencia social y ciudadana</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprender críticamente la realidad del mundo, sus logros y sus problemas, lo que conlleva análisis multicausales y sistémicos para enjuiciar hechos y problemas. - Ser consciente de los valores del entorno, evaluarlos y crear un sistema de valores propios y comportarse en coherencia con ellos al afrontar una decisión o un conflicto. <hr/> <p>Tratamiento de la información y competencia digital</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buscar y analizar la información. - Dominar el lenguaje específico básico (textual, numérico, icónico, visual, gráfico y sonoro), sus pautas de decodificación y transferencia. - Aplicar el conocimiento, en diferentes situaciones y contextos. - Trasformar la información en conocimiento, lo que exige destrezas de razonamiento para organizarla, relacionarla, analizarla, sintetizarla y hacer inferencias - Comunicar la información y conocimientos adquiridos empleando recursos expresivos que incorporen no sólo diferentes lenguajes técnicos específicas sino también las TICs. |
|---|---|

Cuadro 1

Antes de continuar, quisiéramos señalar que no es lo mismo que una competencia esté implícita en unas actividades que se enseñe intencionadamente; entre otros motivos, porque el “aprendizaje parcial” de cada competencia requiere tiempo. En esta misma línea, decimos que, con una actividad, se puede contribuir a la adquisición de una o varias subcompetencias pero desde luego no a todas.

Centrándonos en nuestra propuesta, podríamos agrupar los conocimientos recogidos en los bloques de contenidos y los criterios de evaluación en dos temáticas: el consumo y ahorro energético, y la problemática derivada del uso de las fuentes de energía. No obstante, este currículum oficial -como cualquier otro- es insuficiente para saber por dónde empezar y cómo continuar. Es necesario un modelo de planificación que nos ayude en el diseño de nuestra acción docente.

PLANIFICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

El modelo de planificación utilizado -basado en el de Sánchez y Valcárcel (1993)- se apoya en siete tareas: identificación de preguntas o necesidades de la ciudadanía a las que queremos dar respuestas, análisis de cómo aparecen en el contexto, identificación del contenido implicado, análisis de las dificultades de aprendizaje de dichos conocimientos, determinación de los objetivos concretos de aprendizaje y su contribución a la adquisición de las competencias, diseño de una secuencia de enseñanza y elaboración de una estrategia de evaluación; en la Figura 1 lo hemos representado.

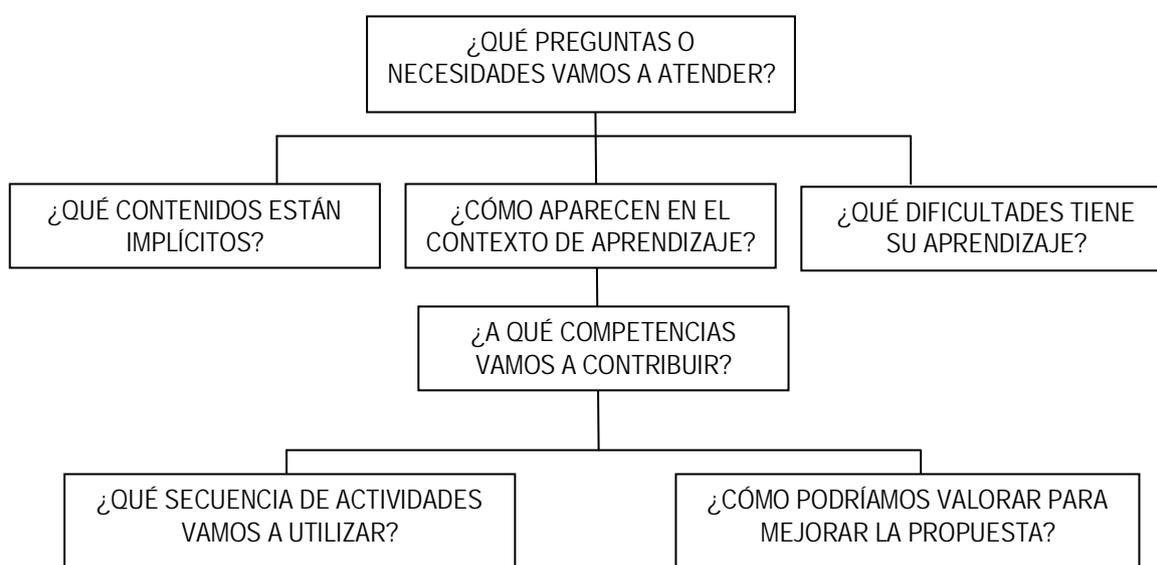


Figura 1

Por razones de espacio, en esta comunicación, no profundizaremos en todas las tareas. Hay análisis detallados de algunas de ellas en otros trabajos (Pro, 2003; Pro y Rodríguez, 2010); en particular, sobre “¿Qué contenidos (conceptos, procedimientos y actitudes) están implícitos?”; ¿Cómo aparecen en el contexto (en algunas experiencias sencillas, en internet, en los comics, en la publicidad, en la prensa...); ¿Qué dificultades tiene el aprendizaje de estos contenidos?; y ¿Qué contenidos concretos vamos a enseñar y a qué competencias específicas vamos a contribuir? (parcialmente descritas en el Cuadro 1).

¿QUÉ PREGUNTAS O NECESIDADES VAMOS A ATENDER?

La temática de la energía tiene “muchos ángulos”. Por un lado, estarían las perspectivas física (¿qué es la energía?; ¿en qué consiste el principio de conservación?; ¿qué es la energía cinética y a qué está asociada?; ¿y la energía potencial?; etc.) y técnica (¿cómo es una central térmica convencional?; ¿y una central nuclear?; ¿cómo funciona un panel fotovoltaico?...). Probablemente ambos enfoques son muy útiles para formar a un futuro científico o ingeniero, pero resulta más discutible su utilidad para atender las necesidades prioritarias de un ciudadano.

Sin embargo, dadas las características del alumnado (experiencias previas, desarrollo madurativo,

necesidades...) y la dificultad de los contenidos implicados, en nuestra propuesta hemos optado por estos últimos; en particular tratamos de encontrar respuestas a:

A) El consumo y ahorro energético

- ¿Dónde “está la energía” en nuestra vida cotidiana?
- ¿Gastamos mucha energía en el “cole”? ¿Cómo lo sabemos? ¿Qué le podemos decir al director o al Consejo Escolar?
- ¿Consumimos todos la misma cantidad de energía? ¿Qué nos dice el recibo de la luz?
- ¿Por qué es importante, según dicen los jugadores de fútbol en una reciente campaña publicitaria, ahorrar energía? ¿Cómo podemos hacerlo?
- ¿Qué coche te comprarías?

B) Las fuentes de energía

- ¿Cómo podemos producir energía eléctrica? ¿Cómo encendemos la luz de una bicicleta? ¿Podemos encender una bombilla con limones?
- ¿Por qué nos preocupa el precio del petróleo?
- ¿Para y por qué se han construido centrales nucleares? ¿Es “buena” la energía nuclear?
- ¿Se puede obtener energía “de otra manera”? ¿A partir del viento, el sol o del agua?
- ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene cada fuente de energía estudiada?
- ¿Hay problemas con los recursos energéticos en nuestra vida cotidiana? ¿Qué dice la prensa y la TV al respecto?

Evidentemente hay más interrogantes cotidianos en relación con el tema pero no tenemos la intención de agotarlos en la Educación Primaria.

¿QUÉ SECUENCIA DE ACTIVIDADES VAMOS A UTILIZAR?

La mayoría de las propuestas de enseñanza sobre este tema se plantean para otros niveles educativos - por ejemplo, la de Jiménez y Gallastegui (1997) o la de Varela et al. (1999)- pero aportan ideas útiles para nuestros propósitos.

En otros trabajos (Pro, 2003; 2005; 2007; Pro y Rodríguez, 2010) ya detallamos nuestros planteamientos metodológicos, las fases de la secuencia de enseñanza que utilizamos e, incluso, la nomenclatura sobre el tipo de actividades. Por ello, en los Cuadros 2 y 3, nos centramos en la secuencia de preguntas centrales de la propuesta y la relación de actividades que la conforman.

| Preguntas centrales | Secuencia de actividades |
|-------------------------------------|--|
| ¿Para y por qué estudiamos el tema? | Act.1. Justificación del tema y motivación para aprender sus contenidos con tiras de comics. Organización de cómo se va a trabajar durante su desarrollo (<i>ExpPro</i>). |
| ¿Qué sabemos sobre la energía? | Act.2. Identificación personal de sus conocimientos por el alumnado sobre el uso, consumo y ahorro de energía (<i>TraInd</i>); contraste de ideas con los compañeros y síntesis en un mural o póster (<i>TraGru</i> y <i>TGG</i>). |

| Preguntas centrales | Secuencia de actividades |
|---|---|
| ¿Dónde “hay energía” en la vida cotidiana? | Act.3. Presentación con power point para identificar hechos y situaciones cotidianas en las que se use la energía (se produzca una transformación de energía) (<i>ExpPro</i>). Clasificación de los tipos de energía que intervienen (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>). Act.4. Realización por el alumnado de fotografías o videos sobre situaciones cotidianas en las que se produzca transformaciones de la energía (<i>AudTPG</i>). Exposición de producciones justificando las transformaciones al resto (<i>ExpAlu</i>); clarificación de ideas confusas por el maestro (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>). |
| ¿Gastamos mucha energía en el “cole”? | Act.5. Explicación de en qué consiste una ecoauditoría energética y cómo se va a realizar a las dependencias de la escuela: identificación del protocolo de recogida de datos, organización de tareas por grupos (<i>ExpPro</i>). Act.6. En pequeños grupos, recogida de la información y realización de cálculos de cada una de las dependencias seleccionadas (<i>TraGru</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas por el maestro (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>). Realización de un informe colectivo para enviarlo al director y al Consejo Escolar (<i>TGG</i>). |
| ¿Consumimos todos la misma cantidad de energía eléctrica? | Act.7. Presentación con power point para explicar el recibo de la luz. (<i>ExpPro</i>). Act.8. Análisis de recibos de la luz; hoja de trabajo para identificar conceptos y contrastar valores (<i>TraInd</i> y <i>TraGru</i>). Puesta en común y clarificación de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>). Act.9. Visionado de un vídeo propio sobre el funcionamiento de dos contadores y su repercusión en la factura de la luz (<i>VidPro</i>); hoja de trabajo para calcular la energía que gastamos jugando con videoconsolas, utilizando el ordenador o viendo la televisión, para discutir coste en la factura de nuestros padres (<i>TraInd</i> y <i>TraGru</i>). Puesta en común y clarificación de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>). |
| ¿Por qué es importante ahorrar energía? | Act.10. Presentación en power point sobre la importancia del ahorro energético y sobre soluciones técnicas (bbc, clases energética de electrodomésticos, coches de bajo consumo...) (<i>ExpPro</i>). Act.11. Usando la información de internet – recogida en www.idae.es - elaboración de un listado de consejos prácticos para ahorrar energía. (<i>OrdTPG</i> y <i>TGG</i>) Act.12. Análisis de mensajes publicitarios de la campaña “Ahorra energía”. Puesta en común y aclaración de ideas confusas. (<i>VidInd</i> y <i>TraGru</i>). |
| ¿Por qué la mejor forma de tener energía es ahorrarla | Act.13. Lectura de un texto (comprensión lectora) sobre posicionamientos diferentes en cuanto al ahorro y el consumo y realización de hoja de trabajo (<i>LecTPG</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>). |
| ¿Qué hemos aprendido con esta lección? | Act.14. Lectura de las respuestas dadas en la Act. 2; identificación de ideas que se han modificado y respuestas a las preguntas con los conocimientos adquiridos (<i>TraInd</i> y <i>ExpPro</i>). |

Cuadro 2

| Preguntas centrales | Secuencia de actividades |
|--|---|
| ¿Para y por qué estudiamos este tema? | Act.15. Justificación del tema y motivación para aprender sus contenidos con tiras de comics. Organización de cómo se va a trabajar durante su desarrollo (<i>ExpPro</i>). |
| ¿Qué sabemos sobre fuentes de energía? | Act.16. Identificación personal de sus conocimientos por el alumnado sobre las necesidades energéticas, fuentes y centrales de energía (<i>TraInd</i>); contraste de ideas con los compañeros y síntesis en un mural o póster (<i>TraGru</i> y <i>TGG</i>). |
| ¿Cómo producimos energía eléctrica? | Act. 17. Realización de experiencia de cátedra para ver el montaje y funcionamiento de un generador eléctrico (<i>CatPro</i>). Act. 18. En pequeños grupos realización de una experiencia en la que estudian de qué factores depende la luminosidad de la bombilla de una bicicleta con un generador; hoja de trabajo al respecto (<i>LabTPG</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>) |

| Preguntas centrales | Secuencia de actividades |
|--|--|
| ¿Por qué nos preocupa el precio del petróleo? | <p>Act. 19. Presentación con power point de qué son los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) como fuentes de energía no-renovables, su utilización en la vida cotidiana y su impacto ambiental (<i>ExpPro</i>).</p> <p>Act. 20. Localización de aparatos, máquinas, objetos... que utilicen combustibles fósiles (<i>TraInd</i> y <i>TraGru</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> |
| ¿Es “buena” la energía nuclear? | <p>Act.21. Presentación con power point de la energía nuclear como fuente no-renovable, su utilización en la vida cotidiana y su impacto ambiental (<i>ExpPro</i>).</p> <p>Act. 22. Visualización de dos vídeos: uno del Foro nuclear (www.foronuclear.org/ en “videos sobre energía”) y otro de Greenpeace (www.greenpeace.org/espana/ en Campañas+Nucleares); hoja de trabajo para diferenciar ideas (<i>VidGru</i>) Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> |
| ¿Se puede obtener energía “de otra manera”? | <p>Act.23. Presentación con power point de la energía solar, eólica e hidráulica como fuentes de energía renovables, su utilización en la vida cotidiana y su impacto ambiental (<i>ExpPro</i>).</p> <p>Act.24. Usando internet -www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1080- hoja de trabajo para identificar ideas (<i>OrdGru</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> <p>Act.25. Experiencia de laboratorio para estudiar el montaje y funcionamiento de un generador de limones; hoja de trabajo sobre la experiencia (<i>LabGru</i>) Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> <p>Act.26. Experiencia de laboratorio para estudiar el montaje y funcionamiento de un coche con un panel solar; hoja de trabajo sobre la experiencia (<i>LabGru</i>) Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> <p>Act.27. Experiencia de laboratorio para estudiar el montaje y funcionamiento de un molinete; hoja de trabajo sobre la experiencia (<i>LabGru</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> |
| ¿Qué ventajas e inconvenientes tienen las fuentes de energía estudiadas? | <p>Act.28. Balance comparativo de las fuentes de energía estudiadas (contaminación, coste, impacto medio ambiental, impacto social) (<i>TraInd</i> y <i>TraGru</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> <p>Act.29. Visionado de un vídeo sobre “la necesidades de la energía” (<i>VidTPG</i>). y usando internet -www.sostenibilidad.com -hoja de trabajo para identificar ideas (<i>OrdGru</i>). Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> <p>Act.30. Análisis de titulares de prensa adaptados sobre las Energías; hoja de trabajo al respecto. Puesta en común y aclaración de ideas confusas. (<i>TraInd</i> y <i>TraGru</i>).</p> <p>Act.31. Debate final sobre “Ahorro Energético y Energías Renovables”. Puesta en común y aclaración de ideas confusas (<i>ExpPro</i> y <i>TGG</i>).</p> |
| ¿Qué hemos aprendido con esta lección? | <p>Act.32. Lectura de las respuestas dadas en la Act. 2 y 16; identificación de ideas que se han modificado y respuestas a las preguntas con los conocimientos adquiridos (<i>TraInd</i> y <i>ExpPro</i>).</p> |

Cuadro 3

PARA TERMINAR...

En este trabajo se esboza y justifica una propuesta de enseñanza para Educación Primaria. Pensamos que no es la única posible para abordar estos conocimientos. No tratamos de dar recetas pero sí de “dar pistas”: ideas realistas porque se han ensayado en el aula, un punto de partida para empezar, algo sobre lo que discutir y, por supuesto, criticar, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Jiménez, M. P., Gallastegui, J. R. (1997). ¡Ahorremos energía! En la obra del Proyecto ACES: Aprendiendo Ciencias en Educación Secundaria, 325-364. Santiago: Serv. Publ. Univer.
- MEC. (2006). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria (BOE, 8 de diciembre de 2006).
- Pro, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Física. En la obra de Jiménez et al: Enseñar Ciencias, 175-202. Barcelona: Grao.
- Pro, A. (2007). De la enseñanza de los conocimientos a la enseñanza de las competencias. *Alambique*, 53, 10-21.
- Pro, A. (2008). Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica. En: *El desarrollo del pensamiento científico-técnico en Educación Primaria*, 43-82. Madrid: MEC-ISFP.
- Pro, A., Miralles, P. (2009). El currículum del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 27(1), 59-96.
- Pro, A., Rodríguez, F. J. (2010). ¿Se puede enseñar a ahorrar energía en Educación Primaria? En: *Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico (en prensa)*. Madrid: MEC-ISFP.
- Sánchez, G., Valcárcel, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 33-44.
- Varela, M. P. et al. (1999). Un desarrollo curricular de la Física centrado en la energía. Madrid: ICE de la UAM.

ANEXO: EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE TRABAJO Orientación y Explicitación e Intercambio de ideas



Unidad Didáctica
"Ahorro y consumo energético y energías renovables"

Parte 1ª. Ahorro y Consumo Energético

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural
octubre y noviembre de 2009

Parte 1ª. Ahorro y Consumo Energético

Aprenderás...

Gracias a la Energía las cosas pueden transformarse o moverse, por ejemplo podemos ir en el autobús, secarnos el pelo o tener luz en nuestro cuarto...

Como habrás observado, en esta Unidad Didáctica vamos a trabajar sobre la energía, cómo ahorrar y mejorar el consumo, y sobre las energías renovables, su impacto ambiental y social. Al terminar esta Unidad Didáctica serás capaz de...

- Reconocer cuáles son los electrodomésticos y los coches que "chupan" más o menos de eso que no se puede tocar.
- Montar un coche que sea la envidia de los demás y ahorrar un dinero, todo sin contaminar.
- Demostrar que las ventajas de las energías renovables son interminables.
- Ahorrar en la factura del gas y la electricidad un montón con lo que tus padres se alegrarán un montón.

Actividad 1

Una vez más Mortadelo y Filemón haciendo de las suyas. Pero esta vez están hablando de algo "muy serio": el ahorro de energía.



Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural

Parte 1ª. Ahorro y Consumo Energético

Desde que nos levantamos hasta cuando nos acostamos –incluso, cuando estamos durmiendo– gastamos energía. ¿Sabías por ejemplo que mientras uno duerme está gastando energía? Es más. ¿Sabías que una siesta de tres horas equivale a un paseo de una hora o a leer en voz alta durante dos horas? Pero, además de este gasto energético corporal, hay un consumo energético personal y social que se está desbordando y que es preciso controlar y reducir.

Mortadelo y Filemón lo tienen claro: hay que ahorrar...

¿QUIERES SABER CÓMO ECHARLES UNA MANO?



Actividad 2

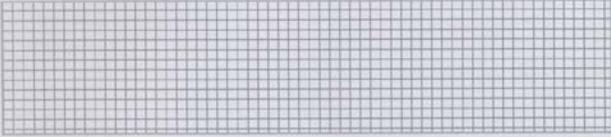
Nuestros aventureros amigos Mortadelo y Filemón tienen de vez en cuando algunas ideas un poco raras... A continuación te voy a pasar unas viñetas y quiero que respondas a unas preguntas que te voy a hacer sobre lo que estás viendo:



Jaier Rodríguez Moreno 2

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural Parte 1ª: Ahorro y Consumo Energético

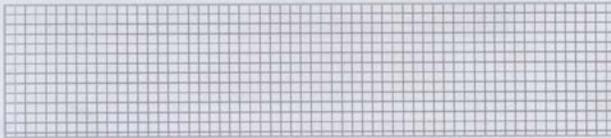
2.1. Pero, ¿por qué hay que ahorrar energía? Por favor, di brevemente qué piensas de la afirmación: "Si se necesita más energía, el problema se resuelve con más centrales".



2.2. Di tres cosas de las que hagas habitualmente que necesiten energía y de qué tipo.

1. _____ (energía _____)
2. _____ (energía _____)
3. _____ (energía _____)

2.3. ¿Sabes qué es la potencia contratada en el recibo de la luz?



2.4. Nombra 6 aparatos que tú creas que consumen energía.

■ _____ ■
■ _____ ■
■ _____ ■

2.5. Nombra 3 medidas para ahorrar energía.

■ _____
■ _____
■ _____

Javier Rodríguez Moreno 

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural Parte 1ª: Ahorro y Consumo Energético

2.6. Una vez que has respondido a las preguntas anteriores, reúnete en pequeños grupos con otros compañeros y compara qué han respondido ellos y qué has respondido tú, y si estáis de acuerdo o no con lo escrito, escribe el por qué de todos los comentarios. Utiliza para este trabajo la siguiente tabla:

| | Estamos de acuerdo en | Estamos en desacuerdo en | No lo tenemos claro |
|------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| Pregunta 1 | | | |
| Pregunta 2 | | | |
| Pregunta 3 | | | |
| Pregunta 4 | | | |
| Pregunta 5 | | | |

 Chicos... que se note que estáis ya en 6º de Primaria. Vamos a organizarnos para hacer un mural/póster sobre lo trabajado en la actividad 2.6.; para que el profesor Bacterio se quede realmente sorprendido de vosotros. Ponedos de acuerdo en el formato y así lo podremos ver durante todo el año en alguna de las paredes de nuestra clase.

Javier Rodríguez Moreno 

CONSTRUCCIÓN DE APRENDIZAJES

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural Parte 1ª. Ahorro y Consumo Energético

Actividad 10

Ahora vamos a prestar atención a la pantalla porque el maestro junto con la ayuda de Mortadelo y Filemón va a explicar cómo mejorar el consumo y aumentar el ahorro para salvar nuestro medio ambiente y ayudar a nuestra economía familiar... ¡Comenzamos!

Actuaciones para Mejorar el Consumo y Aumentar el Ahorro

¡Buenos días Jefe!, Después de toda la aprendizaje hasta ahora, vamos a explicarle a estos niños y niñas como ahorrar y consumir menos energía.

Para claro que al Mortadelo, porque nos lo agradecerán ellos, sus padres y el planeta. ¡A por ellos!

Javier Rodríguez

IDEAS CLAVE

- Nos tenemos de concienciar de consumir poco y ahorrar más...
- Utilizando energías renovables
- Utilizando el autobús y la bicicleta mucho más
- Utilizando electrodomésticos y bombillas de bajo consumo

Actividad 11

Después de lo visto en el ejercicio anterior, propón 5 actuaciones que harías tú para mejorar el consumo y aumentar el ahorro en tu casa o en el colegio, para ello consulta la Web www.idae.es

■

■

■

■

■

Javier Rodríguez Moreno

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural Parte 1ª. Ahorro y Consumo Energético

Actividad 12

Vamos a encender los ordenadores y nos vamos a meter en la Web

http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem_detalle/recategoria/2600/rd.376/rdvideo.655

Como podéis ver son los jugadores de la selección española de fútbol diciéndonos que ahorremos energía, vamos a ver el siguiente vídeo y después vamos a analizarlo como si fuéramos periodistas profesionales.

www.klook-off.com

00:02 00:10

VÍDEO

Este vídeo lo protagoniza los jugadores de la selección española. Una vez lo hayas visto responde a las siguientes preguntas:

12.1. ¿Qué nos dicen los jugadores de la selección española en el vídeo?

12.2. ¿Por qué es importante lo que dicen los jugadores?

12.3. ¿Qué puede cambiar si le hacemos caso?

Javier Rodríguez Moreno

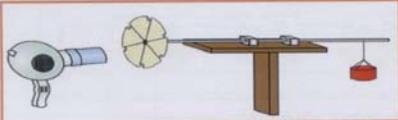
12

APLICACIÓN Y REVISIÓN

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural Parte 2ª. Energías Renovables

Actividad 27

Fíjate en el dibujo que tienes abajo, es un molinete que funciona con energía eólica. Júntate en pequeños grupos y observa el molinete que tenéis delante vuestra y responde a las siguientes preguntas:



27.1. ¿Cómo crees que se ha hecho el molinete?. ¿Cuántas aspas tiene?. ¿Por qué se doblan las esquinas?

27.2. ¿Para qué se hace un orificio en el centro del molinete y se ajusta el eje?

27.3. ¿Qué función tienen las pinzas de la ropa en el soporte?

27.4. ¿Por qué, sobre la varilla de madera, se ata un hilo fuerte y se cuelga un vaso de yogurt?

27.5. ¿Por qué usamos un secador de pelo?

27.6. ¿Influye la velocidad del secador en la ascensión del vaso de yogurt?. ¿Y el peso que lleve en su interior?. ¿Cómo?

Javier Rodríguez Moreno 30

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural Parte 2ª. Energías Renovables

Actividad 32

Reúnete en pequeños grupos con otros compañeros y revisa que respondisteis al principio de la Unidad Didáctica en la actividad 16.6. y escribid ahora que pensáis una vez que hemos terminado esta primera parte.

| | Estamos de acuerdo en | Estamos en desacuerdo en | No lo tenemos claro |
|------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| Pregunta 1 | | | |
| Pregunta 2 | | | |
| Pregunta 3 | | | |
| Pregunta 4 | | | |
| Pregunta 5 | | | |

Javier Rodríguez Moreno 34

Las definiciones de Población y Especie en los libros de texto de Bachillerato

Jiménez Tejada, M.P. (1), González García, F. (1), Hódar, J.A. (2)

(1) Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada;

(2) Departamento de Ecología. Universidad de Granada

pjtejada@ugr.es

RESUMEN

El alto grado de especialización que domina tanto en el mundo laboral como en el científico se ha trasladado también a la enseñanza formal no universitaria. En consecuencia, el profesorado y los libros de texto que se utilizan en el bachillerato contribuyen a perder la visión de conjunto de las disciplinas. Los conceptos de población y especie, básicos para la enseñanza y aprendizaje de la biología, nos facilitan apreciar dicha disciplina de forma integrada. Diferentes estudios muestran que el alumnado confunde estos y otros conceptos, como ecosistema o comunidad. En este trabajo analizamos el tratamiento que reciben ambos conceptos en un recurso ampliamente utilizado en la enseñanza media, los libros de texto, observando importantes carencias en algunos de ellos.

Palabras clave

Población, especie, definición, libros de texto, bachillerato.

INTRODUCCIÓN

El uso del libro de texto como primera fuente de información en las aulas está ampliamente extendido en muchos países (Harms y Yager, 1981; Exline, 1984). Si sus contenidos están bien secuenciados y emplea un lenguaje adecuado, el libro de texto puede ofrecer una buena oportunidad de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, puede contribuir también al refuerzo de las ideas alternativas en el alumnado, por el uso de un lenguaje inapropiado o por la presencia de errores. Estos fallos pueden ser incluso un recurso con el que facilitar el aprendizaje si el profesorado los detecta. No obstante, a veces no se detectan o incluso el texto, con sus errores, es utilizado fuera del aula sin las orientaciones del profesor. En tal caso, dicho recurso puede ser un “arma de doble filo”.

La presencia del pensamiento tipológico entre los alumnos, o la confusión entre términos como especie y reino o entre población y comunidad, las han observado diversos autores (Adeniyi, 1985; Berzal de Pedrazzini y Barberá, 1993; Develay y Ginsburger-Vogel, 1986; Jiménez-Tejada, 2009). Al ser los conceptos de población y especie básicos para la enseñanza y aprendizaje de la biología es interesante conocer cómo se definen en los libros de texto.

La relación de los conceptos de población y especie con diversas ramas de la biología la han indicado varios autores (Berryman, 2002; Mayr, 2006; Schaefer, 2006), por lo que sus definiciones en los temas asociados con ellas puede ofrecer la oportunidad de dar una visión integrada de la biología. Nuestro objetivo en este trabajo es, por tanto, analizar el tratamiento que reciben ambos conceptos en los libros de texto, como recurso ampliamente utilizado en la enseñanza media.

METODOLOGÍA

Para este estudio se han revisado un total de 33 libros (véase Anexo 1) pertenecientes a varias editoriales, con edición entre 1996 y 2006, distribuidos de la siguiente manera: 19 son de Biología y Geología de 1º Bachillerato, 6 de Biología de 2º Bachillerato y 8 de Ciencias de la Tierra (CTMA) de 2º Bachillerato.

Las variaciones en el currículum oficial durante ese período se consultaron en los Reales Decretos correspondientes a las enseñanzas mínimas del Bachillerato (R. D. 1178/1992 y R. D. 3474/2000). Se observaron cambios para la Biología y Geología de primer curso y para la Biología de segundo, mientras que no hubo modificaciones para las Ciencias de la Tierra. De acuerdo con los Reales Decretos consultados, la distribución por curso de los bloques relacionados con los conceptos de población y especie sería la siguiente:

- Taxonomía: 1º Bachillerato para ediciones posteriores a 2000.
- Genética: 1º Bachillerato para ediciones anteriores al 2000 y 2º Bachillerato (Biología) para todas las ediciones.
- Evolución: 1º Bachillerato para ediciones anteriores al 2000 y 2º Bachillerato (Biología) para ediciones posteriores al 2000.
- Ecología: 2º Bachillerato (CTMA) en todas las ediciones.

Teniendo presente esta información se procedió a conocer el número de libros que en cada curso y asignatura trataban cada bloque de contenidos (tabla 1). Con estos datos averiguamos el porcentaje de libros que incluían cada una de las definiciones por curso y bloque temático. Finalmente analizamos el tratamiento que recibía cada término en las definiciones.

| | Taxonomía | Ecología | Genética | Evolución |
|------------------------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1º Biología y Geología | 10 | 2 | 13 | 16 |
| 2º Biología | | | 6 | 1 |
| 2º CTMA | | 6 | | |

Tabla 1. Número de libros que tratan cada bloque

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El término población es básico en la Ecología, puesto que en un ecosistema no sólo se necesita conocer la presencia o ausencia de las especies (por lo que también conecta con este término), sino también su abundancia y los cambios que suceden en el espacio y en el tiempo (Berryman, 2002), lo que requiere del estudio de las poblaciones. No obstante, el concepto de especie no se define en ninguno de los dos cursos en cuyos libros se trata la ecología, y el de población falta en la mitad de los libros analizados de 1º de bachillerato (tabla 2).

Taxonomía, población y especie tienen como vínculo una categoría natural, la especie, y una clasificación basada en las relaciones evolutivas entre grupos taxonómicos. Recordemos que la unidad básica de la evolución son las poblaciones, y por ello sería conveniente explicar la taxonomía desde un enfoque evolutivo. Así pues, deberían aparecer y definirse tanto población como especie. Sin embargo, el concepto de especie falta en algunos libros y el de población es aún más escaso (tabla 2). Queremos también señalar que entre los libros editados después del año 2000 se han encontrado tres que no tratan el bloque de taxonomía, a pesar de estar incluido en el Real Decreto que regula los contenidos mínimos de Bachillerato.

| | Definición de población | | | Definición de especie | | |
|-----------|-------------------------|-------|--------|-----------------------|-------|--------|
| | 1ºBach | 2ºBio | 2ºCTMA | 1ºBach | 2ºBio | 2ºCTMA |
| Taxonomía | 20,0 | | | 70,0 | | |
| Genética | 7,7 | 16,7 | | 15,4 | 0,0 | |
| Evolución | 37,5 | | | 75,0 | | |
| Ecología | 50,0 | | 100,0 | 0,0 | | 0,0 |

Tabla 2. Porcentaje de libros que incluyen la definición en cada bloque y en cada curso.

La Genética y la población están relacionadas con la evolución porque los cambios evolutivos llevan consigo cambios en las frecuencias génicas de las poblaciones, pudiendo ser estas diferentes de unas poblaciones a otras de la misma especie. Pero de nuevo el término población se define en pocos libros en el apartado de evolución y menos aún en la sección de genética (tabla 2). La especie aparece definida en pocos libros en la sección de genética, mientras que es más frecuente su definición en los temas dedicados a evolución pero no en todos.

Un recurso como el libro de texto, cuyo uso está tan ampliamente extendido (Harms y Yager, 1981; Exline, 1984), no debería mostrar una visión compartimentada de la disciplina. Utilizar las definiciones de población y especie en los diversos bloques de contenidos en los que son básicos, estaría en consonancia con la apreciación que se hace sobre ambos conceptos desde el mundo científico, ya que diversos autores (Berryman, 2002; Mayr, 2006; Schaefer, 2006) reseñan la relación de los mismos con diversas ramas de la biología. La existencia de ambas definiciones en los bloques de taxonomía, ecología, genética y evolución serían el nexo entre ellos, manifestándose así la biología como una disciplina coherente. Sin embargo nuestros resultados, similares a los encontrados para los libros de texto de secundaria (Jiménez Tejada et al., 2009), son bastante desalentadores y difieren de esa coherencia básica.

Respecto a qué definiciones de población y de especie son las más adecuadas, no pretendemos dar una ideal, pues es una cuestión muy controvertida y debatida (Berryman, 2002; Pigliucci, 2003; Mayr, 2006; Schaefer, 2006), pero sí analizar qué aspectos están presentes en las definiciones de los textos que utilizan nuestros alumnos y profesores, y cuáles son sus ventajas y/o inconvenientes.

De la definición de población se ha investigado la presencia de los aspectos espacial y temporal y la mención de que los individuos pertenecen a la misma especie. Esto último es obligado, como así ocurre en todas las definiciones, pues es frecuente que los alumnos confundan los términos individuo, población, comunidad y especie (Develay y Ginsburger-Vogel, 1986). Hay un riesgo de confusión entre especie y población si no se incluyen los aspectos espacial y temporal. El aspecto espacial aparece en todas las definiciones, pero no ocurre igual con el temporal, que falta en algunos de ellos. Este aspecto temporal puede aportar una visión dinámica de la especie a lo largo del tiempo y podría permitir enlazar los dos conceptos con la evolución.

Para la definición de especie se ha analizado la presencia de semejanzas morfológicas, de interfecundidad, y de descendencia fértil en las definiciones. Mencionar que se trata de organismos con semejanzas morfológicas no es lo más adecuado, pues contribuye a reforzar el concepto tipológico de especie tan arraigado entre los alumnos (Berzal de Pedrazzini y Barberá, 1993; Jiménez Tejada, 2009). Sin embargo, aparece en el 42,8% de las definiciones, por lo que el profesorado debería comentar las excepciones que hay a estas semejanzas morfológicas para evitar que el criterio morfológico sea el único utilizado en la clasificación de las especies.

La necesidad de interfecundidad entre dos individuos de la misma especie debe incluirse en la definición de especie, para acercarnos al Concepto Biológico de Especie. Sin embargo, habría que aclarar que puede ser real o potencial, pues hay casos en la naturaleza en los que, aunque no hay entrecruzamientos, sí que puede haber flujo genético. La presencia de descendencia fértil en la definición podría servir para indicar que no sólo el hecho físico del entrecruzamiento es exclusivo para determinar que dos organismos sean de la misma especie. Ambos aspectos aparecen especificados en todas las definiciones.

Encontrar buenas definiciones de población y especie es muy complicado al tratarse de dos términos tan controvertidos, tal como lo muestran los numerosos debates que suscitan (Berryman, 2002; Pigliucci, 2003; Mayr, 2006; Schaefer, 2006), pero al menos desde los libros de texto se deben evitar, en lo posible, aquellos aspectos que refuercen las ideas previas del alumnado.

IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

Mejorar la enseñanza de los conceptos de población y especie a través de los textos es una posibilidad interesante, al ser éstos un recurso ampliamente utilizado. Sin embargo, la visión que se muestra desde los libros es en algunos casos desalentadora y claramente mejorable, hasta el punto de no seguir las directrices de los Reales Decretos.

Quizá pueda tacharse de sinsentido la presencia de una misma definición en diferentes unidades de un mismo libro. Siendo positivos, podemos pensar que quienes lean estas diferentes definiciones se pregunten a qué se debe tal reiteración. Si de esta forma conseguimos que el alumnado se plantee el por qué, abriremos la opción a la curiosidad y a la percepción de la biología no como un conjunto de temáticas sin relación alguna, sino como una disciplina perfectamente cohesionada.

Una posibilidad interesante sería incluir, al inicio de las unidades relacionadas con estos términos, un mapa conceptual en el que se enlazaran todas ellas mediante ambos conceptos. En estos mapas se incluirían como términos comunes a todos ellos población, especie, genética, evolución, taxonomía y ecología y además en cada unidad los específicos. Esta propuesta daría pie a que el profesorado expusiera las conexiones que se pueden establecer entre las distintas ramas que configuran a la biología.

La labor del profesorado para completar y complementar la información presente en los libros de texto es básica. Este quehacer debe tener como punto de partida las ideas previas del alumnado. Sin embargo, estas ideas previas en ocasiones son papel mojado dentro de las programaciones, pues en algunos casos no pasan de ahí o no aparecen, si bien esto es una apreciación personal resultado de dieciséis años de experiencia docente en secundaria de una de los autores. Por este motivo, se hace necesario presentar en los libros de texto definiciones lo más rigurosas posibles, siempre dentro de las limitaciones impuestas por la edad de las personas a las que van dirigidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Adeniyi, E. O. (1985). Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students. *Journal of Biological Education*, 19, 311-316.
- Berryman, A. A. (2002). Population: a central concept for ecology? *Oikos* 97, 439-442.
- Berzal de Pedrazzini, M., Barberá, O. 1993. Ideas sobre el concepto biológico de población. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 149-159.
- Develay, M., Ginsburger-Vogel, V. (1986). Population. *Aster*, 3, 19-71.
- Exline, J. D. (1984). National survey: science textbook adoption process. *The Science Teacher*, 51 (1), 92-93.

Harms N. C., Yager R. E. (1981). *What research says to the science teacher*, vol 3. Washington DC.: National Science Teachers Association.

Jiménez Tejada, M. P. Los conceptos de población y especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas. *Tesis doctoral*. Universidad de Granada. Granada.

Jiménez Tejada, M. P., González, F., Hódar, J. A. (2009). Los conceptos de población y especie en los libros de texto de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 743-745.

Mayr, E. (2006). *Por qué es única la biología*. Buenos Aires: Katz.

Pigliucci, M. (2003). Species as family resemblance concepts: the (dis-)solution of the species problem? *BioEssays*, 25, 596-602

Schaefer, J. A. (2006). Towards maturation of the population concept. *Oikos*, 112, 236-240.

| Editorial y Curso | Título | Año |
|--|--|------------|
| Biología y Geología de 1º Bachillerato: | | |
| Akal | Biología y Geología | 1997, 2001 |
| Anaya | Biología y Geología | 1996 |
| Anaya Andalucía | Biología y Geología | 2002 |
| Bruño | Biología y Geología | 1997 |
| Ecir | Biología y Geología | 1998 |
| Edelvives | Biología y Geología | 1997 |
| Editex | Biología y Geología | 1997 |
| Everest | Biología y Geología | 1998, 2001 |
| Everest | Biología y Geología | 2002 |
| Guadiel | Biología y Geología | 1998 |
| Guadiel | Biología y Geología | 2002 |
| McGrawHill | Biología y Geología | 1996 |
| Oxford educación | Biología y Geología | 2001 |
| Oxford educación. Nueva Exedra | Biología y Geología | 2006 |
| Santillana | Biología y Geología | 1996 |
| Santillana | Biología y Geología | 2002 |
| SM | Evolución. Biología y Geología | 2001 |
| SM | Proyecto Ecosfera. Biología y Geología | 2005 |
| Vicens Vives | Biología y Geología | 2005 |
| Biología, 2º Bachillerato: | | |
| Anaya | Biología | 2001 |
| Ecir | Biología | 1998 |
| Editex | Biología | 1998 |
| McGraw-Hill | Biología | 2001 |
| Oxford educación. Proyecto exedra | Biología | 2003 |
| SM | Biología | 2001 |
| Ciencias de la Tierra, 2º Bachillerato | | |
| McGrawHillXXI | Ciencias de la Tierra | 2001 |
| Santillana | Ciencias de la Tierra | 1997 |
| Anaya Andalucía | Ciencias de la Tierra | 2003 |
| Editex | Ciencias de la Tierra | 2003 |
| Everest | Ciencias de la Tierra | 1999 |
| Guadiel | Ciencias de la Tierra | 2000 |
| Guadiel | Ciencias de la Tierra | 2003 |
| Oxford educación. | Ciencias de la Tierra | 2006 |

Anexo 1. Libros de texto revisados en el presente estudio

La lectura crítica de artículos de periódico con contenido científico

Oliveras, B. (1), Sanmartí, N. (2)

(1) IES Menéndez Pelayo; (2) Departamento de Didáctica de las Ciencias. UAB.

bolivera@xtec.cat

RESUMEN

En esta investigación se analiza que sucede al aplicar dos actividades de lectura crítica en cuatro grupos de 4º de ESO de dos centros diferentes. Concretamente se analizan las dificultades que muestran los alumnos al leer críticamente un texto y si se detectan diferencias en función de la metodología didáctica utilizada habitualmente por el profesorado implicado.

Los alumnos de los dos centros muestran las mismas dificultades a nivel de identificar el propósito del autor/a y en buscar pruebas en un texto. En cambio, se han encontrado diferencias significativas a nivel de lectura crítica.

Palabras clave

Pensamiento crítico, enseñanza secundaria, habilidades y lectura crítica.

INTRODUCCIÓN

La lectura es un proceso fundamental en el aprendizaje de las ciencias, ya que, no sólo es uno de los recursos más utilizados durante la vida escolar, sino que puede convertirse en el instrumento fundamental a partir del cual se puede seguir aprendiendo a lo largo de la vida. Los medios de comunicación y especialmente la prensa escrita constituyen la principal fuente de información científica para la mayoría de adultos (Jarman, 2002); será, por lo tanto, imprescindible ayudar a nuestro alumnado a leer e interpretar todo tipo de textos.

Diversos currículums recientes de todo el mundo enfatizan la necesidad de ayudar al alumnado a evaluar críticamente cuestiones científicas y tecnológicas innovadoras. Para conseguirlo se necesita una «alfabetización científica». Estaríamos de acuerdo con Norris y Phillips (2003) en que estar alfabetizado científicamente, implica no solamente dominar las grandes ideas de las ciencias, sino también ser capaz de leer y escribir ciencia. Pero no será suficiente con leer la información, será también imprescindible interpretarla y analizarla críticamente (Oliveras y Sanmartí, 2009). La discusión sobre temas que motiven al alumnado y que les afecten directamente puede ser una vía para conseguirlo (Zohar, 2006).

De acuerdo con Olson, 1994 entendemos la lectura como un proceso activo de construcción de significado a partir del texto, donde el lector de forma consciente hace interaccionar tres mundos diferentes. El mundo del lector, definido como las creencias conocimientos y emociones que éste tiene antes de leer un texto, el mundo del papel, conceptualizado como la comprensión del mundo, que viene definido en el texto, y el mundo exterior (Olson, 1994). Esto significa, que el significado del texto no está en el propio texto, sino que cada lector/a debe construirlo a partir de sus referentes, la lectura, por lo tanto, depende de los conocimientos previos del lector y requiere contextualizar e inferir las intenciones del autor/a y la construcción activa de nuevos conocimientos (Yore, Craig y Maguire, 1998).

Los lectores pueden posicionarse epistemológicamente de diferentes maneras respecto a dicho texto:

- Adoptando una posición dominante, que permita que sus ideas previas condicionen la información del texto.
- Permitiendo que el texto condicione sus ideas previas y hagan interpretaciones en contra de ellas.
- Adoptando una postura crítica para iniciar una negociación interactiva entre el texto y sus creencias u opiniones con el fin de conseguir una interpretación que sea lo más consistente y completa posible (posición a evaluar en este trabajo).

La comprensión crítica de textos comporta asumir, que a menudo, el discurso no refleja la realidad con objetividad, sino que ofrece una mirada particular y contextualizada. El lector crítico examina la información y el conocimiento que aporta el texto, desde su perspectiva, lo discute y propone alternativas (Cassany, 2006).

Esta capacidad de analizar críticamente los textos -los datos y argumentos que aportan-, y de justificar el propio punto de vista, requiere el desarrollo del pensamiento crítico, campo en el cual se está investigando desde diferentes perspectivas (Geert, 2004).

Para analizar, interpretar y criticar un texto de contenido científico los estudiantes han de poder acercarse a los escritos con referentes científicos, a partir de un proceso interactivo-constructivista. Pero, activar el modelo o modelos teóricos asociados a la lectura de un texto con contenido científico no es fácil, ya que, generalmente son implícitos. Será por tanto necesario diseñar estrategias de lectura que ayuden a activar el modelo científico implícito (Oliveras y Sanmartí, 2009).

Leer críticamente los textos implica inferir, por ejemplo, la credibilidad de los datos y argumentos que aportan. Así, en un texto es necesario reconocer la ideología, el estatus y grado de certeza de los argumentos científicos que aparecen en él, diferenciando entre afirmaciones, hipótesis, especulaciones, predicciones, etc. (Cassany, 2006). Un texto no se puede analizar si no se establecen relaciones entre la comunidad del autor y la del lector (Wellington y Osborne, 2001; Marbà, et al., 2009). Los contextos de aprendizaje se deben escoger de manera que posibiliten a los estudiantes tomar decisiones y responsabilizarse.

Nuestra propuesta consiste en ayudar al alumnado a leer críticamente textos de periódico a través del trabajo cooperativo. Entendemos que leer es el resultado de una actividad social compartida. Las estrategias de lectura cooperativa se han demostrado muy útiles tanto para estimular el placer por la lectura, como para aumentar las habilidades de orden superior, tales como criticar, analizar y juzgar (Márquez y Prat, 2005; Oliveras y Sanmartí, 2009). También hemos promovido estrategias orientadas a la reflexión metacognitiva sobre cómo leemos y a la autorregulación.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

El objetivo de la investigación se concretó en analizar las dificultades que se encuentra el alumnado en leer críticamente un artículo de prensa, detectar si hay diferencias en el nivel de lectura crítica entre los dos centros estudiados y valorar posibles razones de dichas diferencias.

La innovación se aplicó en 4 clases de 4º ESO de dos centros de Barcelona, que llamamos 1 y 2. En total participaron 61 alumnos.

Se seleccionaron dos centros que fundamentalmente se diferenciaban por la metodología de trabajo en las clases de ciencias. En el centro 1 se trabaja mayoritariamente en grupos cooperativos, se

fomenta la discusión y la regulación y autorregulación por parte del alumnado, es el que Kember llama "student-centred-oriented". En el centro 2, se hace un énfasis especial en la comprensión lectora y en el trabajo experimental, trabajándose desde todas las áreas, pero en cambio nunca se trabaja en grupos cooperativos, y el aprendizaje se centra en la transmisión de información por parte del profesorado, a esta orientación del trabajo Kember la llama "teacher-centred-oriented". El centro 1, consta de un alumnado de nivel socio-cultural bajo con un 30% de inmigrantes, y el centro 2, tiene un alumnado de nivel socio-cultural medio-alto con un 10% de inmigrantes.

Antecedentes de la investigación

Se seleccionaron dos textos de prensa donde se trataban contenidos del currículum de ESO de física y química.

El primer texto trataba de la dificultad de borrar los grafitis en los vidrios. Según el autor de la noticia los grafitis sobre vidrios son tan difíciles de borrar porque los grafiteros los mezclan con ácidos. La noticia, de fundamento científico erróneo, se seleccionó para que el alumnado aplicara sus conocimientos sobre cambio químico y pudiera rebatir el fundamento científico de la misma.

En el segundo artículo, en cambio, se daban opiniones a favor y en contra del bañador de la marca Speedo LZR Racer. Algunas opiniones argumentaban que el bañador había contribuido a la mejora de los últimos records y otras iban en sentido contrario. La noticia se seleccionó para que el alumnado aplicara sus conocimientos de cinemática y dinámica al análisis de un hecho real, y fuera capaz de posicionarse correctamente, en base a sus conocimientos científicos.

A partir de estos textos se elaboraron dos actividades encaminadas a promover la lectura y el pensamiento crítico. En cada actividad se tuvieron en cuenta las tres fases del proceso lector, la lectura cooperativa, la ayuda mutua y la co-regulación del pensamiento.

Las actividades planteaban cuestiones para orientar la lectura y la reflexión así como para desarrollar el pensamiento crítico del alumnado. Estas cuestiones tipo se elaboraron a partir de las propuestas de Bartz (2002) y Paul (Paul y Elder, 2005). Las demás cuestiones dependían del modelo de ciencia que se tenía que activar para comprender cada texto.

Las actividades tenían tres partes en función de las tres fases del proceso lector. En la primera fase (fase previa) se pretendía activar las ideas previas del alumnado sobre la estructura del texto y los conocimientos de ciencia. Las preguntas eran del tipo: - Leed el título y mirad la imagen: ¿De qué creéis que va la noticia? -¿Por qué lo leemos en clase de ciencias? ...

Durante la lectura se pretendía incidir en la regulación del proceso de lectura. Se promovió que los alumnos identificaran el problema que planteaba el autor, sus intenciones, las pruebas y todo tipo de argumentos que aportaba. Y se discutieron frases concretas del texto. En esta segunda fase se formulaban la mayoría de cuestiones tipo de las actividades extraídas a partir de la propuesta de Bartz (2002) y Paul (Paul y Elder, 2005). Las preguntas eran del tipo:

. Preguntas referidas a la consigna, afirmación o problema que expone el texto:

-¿Qué problema se expone en el texto? ¿Cuál es la idea principal?

-¿Con qué contenidos científicos puede estar relacionada?

. Preguntas referidas al propósito del autor/a para escribir el título (rol del autor/a):

-¿Quién ha escrito este documento?

-¿Por qué lo debe haber escrito?

. Preguntas para identificar las ideas o creencias que expone el autor/a en el texto:

-¿Cuál es el punto de vista del autor/a?

-¿Qué suposiciones hace el autor en el texto?

. Preguntas dirigidas a la búsqueda de experimentos que pudieran validar la información del texto:

-¿Se podría hacer un experimento para comprobar la información del texto?

. Preguntas dirigidas a identificar pruebas o datos en el texto que apoyen la afirmación principal de los mismos:

-¿Hay argumentos o pruebas científicas en el texto que justifican la afirmación principal?

Entre la fase previa a la lectura y la de lectura se ocuparon 2 sesiones de clase de 1 hora. La última fase (después de la lectura), con una duración de 3 horas estaba diseñada para que el alumnado evaluara el fundamento científico de las noticias con ayuda de una base de orientación que se les planteaba. Se pretendía que el alumnado pensara en el modelo de ciencia implícito en el texto, se discutiera sobre él, en pequeños grupos y posteriormente en todo el grupo-clase, para finalmente ir a Internet y realizar una búsqueda en función de las dudas o interrogantes que se les hubieran presentado. Las preguntas dirigidas a pensar en el modelo científico eran distintas en cada actividad.

El último día, y de forma individual, elaboraron un texto argumentativo, escrito a partir de una pauta que les animaba a plantear su idea, a formular las razones por la que la avalaban, y a pensar en posibles argumentos en contra de su idea y en que las pruebas aportarían para convencer a otros.

La duración de las actividades fue de 5 horas y se realizó en grupos cooperativos de 4 alumnos, durante febrero de 2009.

RESULTADOS

Se observó que el alumnado del centro 2 tenía mayor facilidad para identificar las ideas principales de un texto (consigna) y en consecuencia, ello les ayudó a identificar mejor las suposiciones que hacía el autor. Es posible que ello sea consecuencia del trabajo que lleva a cabo el centro 2 para mejorar las habilidades lectoras del alumnado y probablemente al nivel sociocultural de los mismos alumnos.

Los alumnos de los dos centros muestran dificultades en identificar el propósito del autor/a (rol), y en buscar pruebas en un texto (información). Una hipótesis para interpretar estos resultados es el hecho de que la mayoría del alumnado está convencido que, la finalidad de un texto es informar y que esta información sea neutra e imparcial. Muy pocos alumnos son capaces de detectar que pueda haber una intencionalidad en los escritos. Los alumnos presuponen que un periodista es una persona informada y documentada, y eso implica que si el texto contiene alguna palabra que ellos consideran científica (ácido, flotabilidad, concentración,...), la consideran un indicador suficiente para avalar el fundamento científico de la noticia y, por lo tanto, la valoran como si fuera una prueba científica de lo que dice el autor/a.

La redacción del texto argumentativo final, elaborado por el alumnado, es un indicador del nivel de lectura crítica desarrollado a partir del trabajo realizado a lo largo de la actividad. Este texto nos permitió detectar mayores habilidades de expresión escrita en los alumnos del centro 2, pero, en cambio, más dificultades de análisis y crítica de los textos, a pesar de que habían encontrado en Internet argumentos que contradecían la información proporcionada en las lecturas. El hecho de que el alumnado del centro 1 esté más acostumbrado a trabajar cooperativamente, y a discutir y contrastar informaciones, puede haber contribuido a ser más analíticos y críticos para rebatir el contenido científico del texto.

Las actividades diseñadas también han contribuido a hacer evolucionar las ideas iniciales del alumnado, expuestas en la fase previa y durante la lectura, a un modelo más próximo a la ciencia, en su texto argumentativo final. Mientras que, en las preguntas iniciales (fase previa y durante la lectura), los alumnos no utilizaban argumentos científicos, y expresaban mayoritariamente ideas coloquiales para justificar la información del texto, en el texto argumentativo final utilizan argumentos científicos. Hemos detectado grandes dificultades en identificar todos los hechos científicos relevantes implícitos en el texto. El alumnado identifica rápidamente los hechos más evidentes, pero muestra dificultades para detectar hechos más implícitos, factor imprescindible para llegar a modelizar (Izquierdo, 2004).

Cabe destacar que la evolución de las ideas científicas ha sido superior en el centro 1 que en el centro 2. Es posible que estas diferencias en los resultados se deban a la diferente manera en que se han trabajado las actividades en el aula (Kember, 1997). En el centro 2 las actividades, aunque fueron en grupo, estaban muy dirigidas por el profesorado, que orientaba su acción a la transmisión de las ideas y procedimientos, mientras que en el centro 1 los profesores estaban muy acostumbrados al trabajo cooperativo y tuvieron un papel de guía y regulación muy importante, ayudando al alumnado a establecer puentes para comprender y analizar los textos a través de la discusión. Tal como constata Olson (1994), es fundamental el papel del profesor/a para comprender la ciencia a través de los textos.

CONCLUSIONES

Comprender y saber identificar las ideas esenciales de un texto no implica necesariamente hacer una lectura crítica. Enseñar a leer críticamente ciencias es difícil si se tiene una visión transmitiva de la enseñanza. Se necesita trabajar de una manera más reflexiva, y fomentar el trabajo cooperativo y la interacción entre los propios alumnos, y los alumnos, y el profesor, potenciando la discusión y el intercambio de puntos de vista. Todo esto contribuye a desarrollar la capacidad de análisis y de crítica.

Las actividades diseñadas han contribuido a la evolución de las ideas iniciales de los alumnos, y por lo tanto, ayudan al proceso de modelización. La investigación realizada muestra que el trabajo a partir de actividades en las cuales se fomenta la discusión, la reflexión y el contraste de opiniones, ayuda a nuestros alumnos a adquirir los rasgos que debe tener un lector/a crítico, y a la vez contribuye al aprendizaje de la ciencia. Creemos que es muy importante que a nivel de centro se trabaje tanto la comprensión lectora como el análisis crítico de la información, ya que hemos visto que estas dos competencias no están directamente relacionadas. Será por lo tanto necesario en próximos estudios, analizar cómo influyen las dinámicas diarias de clase en el desarrollo de la capacidad de leer críticamente.

La investigación presentada está financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (EDU 2009-13890-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

- Bartz, W. R. (2002). Teaching Skepticism via the CRITIC Acronym and the Skeptical Inquirer. *The Skeptical Inquirer*, 26(5), 42-44.
- Cassany, D. (2006). *Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea*. Barcelona, PA: Anagrama.
- Geert ten dam, M. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies. *Learning and Instruction*, 14, 359-379.
- Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la Enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92 (4/6), 115-136.

- Jarman, R., McClune, B. (2002). A survey of the use of newspapers in science instruction by secondary teachers in Northern Ireland. *International Journal of Science Education*, 24(10), 997-1020.
- Kember, D. (1997). A reconceptualisation of the research into university academics conceptions of teaching. *Learning and Instruction*, 7(3), 255-275.
- Marbà, A., Márquez, C., Sanmartí, N. (2009). ¿Qué implica leer en clase de ciencias? Reflexiones y propuestas. *Alambique*, 59, 102-111.
- Márquez, C., Prat, A. (2005). Leer en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 431-440.
- Márquez, C., Prat, A. (cdras.) (en prensa). Competència científica i lectora a secundària. L'ús de textos a les classes de ciències. Col·lecció Dossiers Rosa Sensat. Barcelona, PA: Rosa Sensat.
- Oliveras, B., Sanmartí, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico. *Educación Química*, 20(1), 233-245.
- Olson, D. R. (1994). *The world on paper*. Cambridge, PA: Cambridge University Press.
- Paul, R., Elder, L. (2005) *The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools. Foundation for critical thinking*. Último acceso el 20 de enero de 2010, desde http://www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf
- Paul, R., Elder, L. (2006) *A Guide for Educators to Critical Thinking Competency Standards. Foundation for critical thinking*. Último acceso el 20 de enero de 2010, desde http://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf
- Wellington, J., Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, PA: Open University Press.
- Yore, L. D., Craig, M. T., Maguire, T. O. (1998). Index of science reading awareness: An interactive constructive model, text verification, and grades 4-8 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 27-51.
- Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (2), 157 - 172.

Ciencias para el mundo contemporáneo: Una visión del profesorado experto en el 1º año de implementación

Pipitone, C., Couso, D., Sanmartí, N.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona
mariacarolina.pipitone@uab.cat*

RESUMEN

En esta investigación se analiza la visión del profesorado experto, y con formación en didáctica de las ciencias, sobre la asignatura “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” en su primer año de implementación. Los resultados de las entrevistas apuntan a las dificultades del profesorado en los aspectos que tienen relación con las competencias, ya sean las competencias básicas como las específicas de la asignatura, siendo lo más problemático lo relacionado con los aspectos del contenido didácticos de la asignatura, es decir todo aquello concerniente al *cómo* enseñar.

Palabras clave

Ciencias para el mundo contemporáneo, alfabetización científica, competencias, contexto.

INTRODUCCIÓN

En el año 2006 se aprueba la Ley Orgánica Española (LOE) en la que aparece la asignatura “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” (en adelante CMC). Se ha justificado la creación de la materia como una contribución para la reducción del déficit de conocimiento científico que existe en la sociedad en general, tal como muestran los resultados sobre alfabetización científica (OECD, 2007). Se busca responder a la demanda social de formación científica, ya que la ciencia y la tecnología se relacionan fuertemente con el desarrollo económico de un país y con la actuación responsable en relación a numerosos problemas cotidianos (Pedrinaci, 2006). Su conocimiento permite a las personas utilizarlo en los procesos de toma de decisiones personales y participar en las discusiones de los temas que tiene fundamento científico y que afectan a la sociedad (Gräber, G & Jorde, 2001).

La implementación de esta asignatura está en consonancia con los cambios curriculares que ya han realizado diferentes países (Hurd, 1998; Fensham, 1999; Jenkins, 1999; Osborne, 2002; Miller, 2004).

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

En este trabajo presentamos una parte de una investigación que pretende caracterizar la asignatura y a su vez determinar si existe una distancia y/o desconexión entre lo que plantea la didáctica y lo que propone el currículum oficial, frente a la visión del profesorado y la visión de los libros de texto. Se presenta un análisis de la percepción del profesorado con experiencia profesional y formación en didáctica de las ciencias, durante el primer año de implementación.

Antecedentes de la investigación

La literatura que hace referencia a propuestas anteriores de formación científica con carácter social como por ejemplo *CTS*, *Science for all*, *Public* y *Understanding of Science* está en consonancia con la propuesta curricular de CMC. La revisión de estas propuestas nos ha permitido identificar tres objetivos didácticos fundamentales de la asignatura CMC, como un espacio en el cual se debe:

- a) Promover el desarrollo de competencias para un buen desempeño en la sociedad.
- b) Enfatizar el carácter unitario de la ciencia como producto de la cultura.
- c) Utilizar contextos relevantes.

En referencia al objetivo didáctico a) como se sabe el curriculum oficial proponen una asignatura absolutamente competencial, en la que se trabajen tanto las competencias básicas como las específicas de la asignatura. Al hablar de competencias lo hacemos teniendo en cuenta la propuesta por el programa DeSeCo (2001) y las que establece el curriculum oficial.

Teniendo en cuenta las características de la asignatura, y su finalidad de alfabetizar científicamente al alumnado, recuperamos el planteamiento de Gräber (2001) que plantea la necesidad de que en la alfabetización científica se trabajen las distintas competencias de manera equilibrada, tanto las básicas como las específicas de la asignatura. y por lo tanto no se debería poner el peso sobre alguna de ellas. Esta vinculación equilibrada entre las diferentes competencias sería uno de los factores que favorecen la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente.

El objetivo b) retoma uno de los argumentos de Millar (1996) para promover la alfabetización científica, según el cual la ciencia es una fuente importante de nuestra cultura y que todos los ciudadanos deberían tener la posibilidad de entender, apreciar y utilizar.

A su vez, entender la ciencia como parte de la cultura implica plantear en clase problemas de índole socio-científica, temáticas que tienen lugar en la intersección entre la ciencia y el amplio contexto social en el que se encuentran los productos y procesos de la ciencia. Estos aspectos forman parte del discurso público y requieren de unas ciertas destrezas y habilidades de los que participan en el razonamiento y la argumentación acerca de ellos (Forbes & Davis, 2008). Por tanto surge la necesidad de abordar temáticas de manera interdisciplinar.

En el objetivo c) hace referencia a la relevancia del contexto con los que se abordan los contenidos a trabajar. El tema de la contextualización ha sido ampliamente discutido en didáctica, en particular dentro del paradigma CTS, no siempre destacando suficientemente la importancia de que el contexto que se elija debe ser significativo para el alumnado. Si el alumnado no siente la necesidad de conocer acerca de él, difícilmente se sentirá atraído por los contenidos de todo tipo que se le proponen aprender, ni percibirá qué sentido tiene ser competente en su uso. En términos de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1976), la propuesta didáctica debe ser potencialmente significativa y el alumnado debe tener una predisposición subjetiva para el aprendizaje. Pero es más, tiene que ser socialmente relevante para ayudar a fundamentar la actuación responsable en diversas problemáticas de su entorno y personales (Pérez Gómez, 2000).

Los objetivos didácticos comentados determinan, en gran medida, cuáles son los contenidos que, teóricamente, deben formar parte de la asignatura de CMC. Por ejemplo, los contenidos vistos desde un enfoque competencial, interdisciplinar y en contexto comporta que dichos objetivos no sean tanto los relacionados con el aprendizaje de conceptos de una asignatura clásica de ciencias, sino como los alumnos aprenden a movilizar conjuntamente tanto conceptos, como procedimientos y actitudes científicas para resolver o actuar ante un problema interdisciplinar y relevante para ellos.

Ahora bien, los objetivos y los contenidos se deben enseñar de alguna manera. Por tanto, un aspecto que también debe tenerse en cuenta es *cómo* se enseña la asignatura, es decir, el conocimiento didáctico del contenido (PCK)¹, en términos de Shulman (2007) todo aquello que está relacionado con la forma de enseñar. Henze et al. (2007) conceptualizan el PCK como el conocimiento docente sobre a) estrategias de instrucción que conciernen a un tema específico. b) El entendimiento de los alumnos sobre este tema c) las formas de evaluar cómo han entendido los alumnos este tema. d) objetivo de enseñar dicho tema en el currículum.

A modo de síntesis, en la figura 1, presentamos los fundamentos del diseño del currículum de la asignatura de CMC tal y como la hemos caracterizado desde la investigación y el currículum oficial, identificando así los aspectos que vamos a utilizar para el análisis de la visión del profesorado.

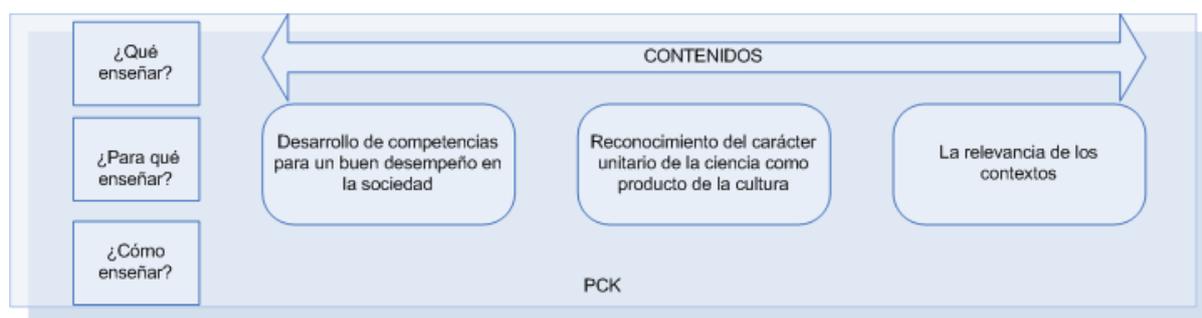


Figura 1

Metodología

La investigación realizada es de tipo cualitativo e interpretativo. Los datos recogidos provienen de entrevistas estructuradas (Cohen, 1989). Se realizaron 6 entrevistas a profesores de diferentes áreas con amplia formación en didáctica de las ciencias, aunque con distintas orientaciones en su trayectoria innovadora, y amplia experiencia profesional.

Primeros resultados

A continuación presentaremos resultados de la visión del profesorado sobre los objetivos de la asignatura, sobre cómo planifica su desarrollo en sus clases y a través de qué actividades, y cuál es su percepción acerca de los principales retos y dificultades que presenta.

En referencia a las competencias:

- a) La mayoría de los profesores se plantean el trabajo entorno a distintas competencias, pero no se observa un trabajo equilibrado entre las básicas y específicas. El mayor peso recae sobre las competencias comunicativas y de búsqueda de información,

*yo me la planteo desde el punto de vista de dar a los alumnos unos instrumentos para que sean capaces de entender pues cualquier tipo de documento más o menos científico con el que se pueden encontrar, desde un artículo de periódico, una revista de divulgación, una noticia de televisión o de radio (...)***P1**

La competencia de relación personal e interpersonal y de dimensión social y cívica, en concreto todo aquello que implica profundizar en contenidos éticos, conlleva un tipo de aproximación que el profesor tiene un cierto temor de afrontar.

(...) yo había hecho algún debate pero claro, toda la base ética yo no la puedo dar
P1

- b) Si bien se reconoce el carácter competencial de la asignatura, la mayoría de los profesores consideran que en su práctica ponen mayor atención a los contenidos meramente conceptuales más que a la movilización de todos los contenidos (conceptuales, actitudinales y procedimentales), siguiendo pautas de trabajo aplicadas en otras asignaturas de ciencias.

(...) aunque fuesen contenidos semejantes, que la manera de trabajar los fuese diferente, pero yo creo que no lo he conseguido muchas ocasiones....quiero decir que, evidentemente para poder ellos valorar o criticar un artículo o lo que sea o una línea argumental han de tener una base teórica. (...) y yo me da la impresión de que les he dado demasiada base teórica. P1

En referencia a la ciencia como parte de la cultura

Todos los profesores entrevistados han reconocido la relevancia de la asignatura para la alfabetización científica, mostrando en algún caso una postura reivindicativa

(...) porque la cultura científica desde mi punto de vista no se considera cultura, o sea, hay una cultura de sociales y de literatura, etc. que la gente que no la sabe queda fatal en cambio hay cosas de ciencias que... (...) no se si es una opinión mía, pero creo que es una opinión bastante generalizada, de que aquí se considera cultura saber sociales, literatura. P3

Algunos profesores plantean la necesidad de abordar de forma interdisciplinar las temáticas que han trabajado en el aula, lo cual no implica que se sientan capaces de hacerlo solos como se puede ver en la segunda cita.

(...) en estas noticias es imposible ver un solo aspecto hay que verlo desde todos, hay aspectos científicos en la gripe, pero pueden haber aspectos políticos y... y de medios de comunicación y políticos y medios económicos y pues de todo tipo P4

(...) la profesora de filosofía y yo preparamos todo el tema de células madres, de clonación, todo esto lo trabajamos desde el punto de vista científico y ella lo trabajó desde el punto de vista ético, y entonces, hicimos una clase conjunta en la que se hizo un debate (...) fue muy interesante porque realmente, yo había hecho algún debate pero claro, toda la base ética yo no la puedo dar P1

En referencia a la relevancia contexto

La mayoría de los profesores entrevistados trabajaron temas que surgieron durante el curso y tenían una fuerte relevancia social, ejemplo de ellos fue la Gripe A, la venta libre de la pastilla del día después y la modificación de la ley del aborto. Los profesores han coincidido al afirmar que estos temas se trabajaron en el momento que surgieron sin tener en cuenta que debían modificar su planificación,

Cogía noticias que veía que eran sustanciosas, alguna entrevista, alguna entrevista que a lo mejor no venía a cuenta de nada pero que era interesante, bueno no se, y les ha interesado, en los comentarios que me ponían decían que eran temas muy vivos P4

Otro aspecto interesante es como han abordado la planificación de la asignatura a partir de lo que es relevante para los alumnos de hoy en día, mostrando la flexibilidad del programa.

claro lo de la gripe A vino cuando ellos ya habían hecho esto de las enfermedades pero claro estaban muy preocupados "a ver ¿qué pasa? no? y tal" y (...) una semana entera, que páramos la programación que teníamos y estuvimos pues

bueno, dedicándonos primero a buscar información y después a discutirlos, porque les interesaba en ese momento, yo creo que hay que dejar un poquito de margen en la programación porque difícilmente a lo largo de todo el curso no salga una noticia que sea suficientemente de peso **P2**

En referencia a los contenidos

Los profesores presentan modelos muy diversos respecto a cuáles consideran que son los contenidos de la asignatura. Así, por ejemplo, encontramos profesores para los que los contenidos a trabajar son:

- Los contenidos asociados a la divulgación (presentes en la prensa)

(...) más que cuestiones científicas súper científicas, yo lo enfoqué más en plan divulgación, o sea que es con lo que realmente como ciudadanos se han de encontrar. **P1**

- Contenidos fundamentales de las asignaturas de ciencias, para repasarlos

(...) a mí me sirvió para repasar ideas claro repasar por ejemplo la selección natural de Darwin eso sí que es interesante repasarla. **P4**

- Contenidos mayoritariamente procedimentales

En la mayoría de las clases desarrollaba los temas, haciendo hincapié en el trabajo metodológico de los científicos: qué pruebas se buscarían para probar una determinada hipótesis, qué hipótesis eran más probables, como enunciaríamos una hipótesis, etc... **P5**

En común respecto a los contenidos, los profesores comentan las limitaciones que tienen para trabajar conceptos que no son afines a su formación

(...) dominaba hasta la parte de informática o de tecnología pero la parte de biotecnología transgénicos, yo no lo dominaba por lo tanto necesitaba mas tiempo para preparármelo (...) **P3**

[en referencia a un debate trabajado] con la profe de filosofía también lo hablamos que había sido muy interesante porque realmente, yo había hecho algún debate pero claro, toda la base ética yo no la puedo dar. **P1**

En referencia al PCK

Con respecto a cómo es su práctica de aula en CMC, todos han coincidido de alguna manera en la falta de material didáctico y de orientaciones metodológicas a la hora de trabajar temáticas socio-científicas, etc. Al mismo tiempo, los profesores muestran una gran iniciativa para innovar en la práctica de aula.

Todos los profesores mencionaban las diferentes estrategias herramientas de carácter innovador que utilizaron y coincidían en expresar las diferentes dificultades a las que se enfrentaban.

Otra cosa que hemos hecho y creo que es una buena herramienta, es hacer un dietario, pero esto lo he sacado en el tercer trimestre, porque he intentado varios sistemas para que ellos reflexionaran pero no he encontrado la manera [...] **P6**

Las dificultades en cuanto a metodologías de práctica de aula ha sido otro punto de convergencia en los resultados.

(...) un tema que me interesaba más eso cómo respondían ellos, hablar preparar debates y tal pero ya no me preocupa tanto del tema de la ciencia porque me preocupaba más el tema de cómo hacer los debates P4

Por último, un aspecto clave en referencia a las dificultades con la que se encuentran es la evaluación después de realizar actividades innovadoras, como por ejemplo, debates o juegos de rol.

[La evaluación] es una de las partes más complicadas, sobre todo lo que es un debate ¿cómo evalúas un debate? cómo evalúas la participación de las personas, pues todo esto es la parte más difícil, y es una parte muy importante. P4

[La elaboración de un examen] entonces pues me pegaba horas, y horas, y horas en Internet, pues yo que se quería hacer una actividad (...) en la que tuviesen que a partir de unos datos de una enfermedad genética, no de una enfermedad cromosómica a partir de los datos que construyesen una gráfica (...) claro encontrar un texto en el que hubiesen una serie de datos (...) me llevo tres tardes, (...) una pregunta de un examen P1

CONCLUSIONES

En relación a los objetivos didácticos de la asignatura (el *para qué* enseñar), los profesores y profesoras los reconoce de forma que coinciden con los formulados desde la literatura y el curriculum oficial. Es decir, hablan de la necesidad de promover el desarrollo de competencias, el reconocimiento de la ciencia como parte de la cultura y la importancia de tratar temáticas relevantes socialmente provenientes de su contexto. A pesar de esto, se han encontrado con ciertas dificultades a la hora de llevar a la práctica estos objetivos, y es aquí donde se puede observar una desconexión entre el *para qué* y el *cómo* enseña.

El mayor obstáculo al cual se enfrentan los docentes se relaciona con el PCK, es decir con todo lo referente a *cómo enseñar* y a *cómo evaluar*. Reconocen que les obliga a cambiar muchas rutinas y que han de buscar y aplicar actividades innovadoras y nuevas estrategias de trabajo en el aula y, además, saber aplicarlas.

En referencia al *qué enseñar* hemos encontrado que hay un peso importante de los contenidos conceptuales y en relación a ellos, el importante obstáculo que representa para una buena parte de los profesores tener que enseñar contenidos que no son afines a su formación de base, cosa que dificulta una aproximación interdisciplinar al estudio de las distintas temáticas que abordan en sus clases.

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. (1976). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Cohen, L. M. (1989). *Métodos de investigación educativa*. Aula abierta (2º ed.). Madrid: La Muralla.
- DeSeCo. (2001). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundations (DeSeCo)*. OECD. Recuperado a partir de <http://www.oecd.org/dataoecd/48/22/41529556.pdf>
- Pedrinaci E. (2006). *Ciencias para el mundo contemporáneo*. Alambique (Vol. 49). Barcelona: Grao.
- Fensham, P. J. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal Science Education*, 21(7), 755–763.
- Forbes, C., Davis, E. (2008). Exploring preservice elementary teachers' critique and adaptation of

science curriculum materials in respect to socioscientific issues. *Science & Education*, 17(8), 829-854.

Gräber, G, P. N., Jorde, D. (2001). Scientific Literacy: From Theory to Practice. En H. B. E. al. (Ed.), *Research in Science Education – Past, Present, and Future* (Vol. 2, págs. 61–70). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Henze, I., van Driel, J., Verloop, N. (2007). Science Teachers' Knowledge about Teaching Models and Modelling in the Context of a New Syllabus on Public Understanding of Science. *Research in Science Education*, 37(2), 99-122.

Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.

Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21(7), 703– 710.

Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77(280), 7-18.

Miller, J. D. (2004). *Public Understanding of, and Attitudes toward, Scientific Research: What We Know and What We Need to Know* (Vol. 13).

Osborne, J. (2002). Breaking the Mould? Science for Public Understandig. Presented at the Breaking the Mould? Science for Public Understandig, Nuffield Foundation.

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

¹ PCK del inglés *Pedagogical Content Knowledge*

¿Están motivados los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria para aprender Ciencias? Un estudio en el I.E.S. Puerta de la Sierra

Toribio Aranda, M.M.(1), Ocaña Moral, M.T.(2),

Quijano López, R. (2), Muñoz Valiente, L. (2).

(1) I.E.S. Puerta de la Sierra (Jaén);

(2) Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén.

mmar.toribio@gmail.com

RESUMEN

El desarrollo del ejercicio docente de los profesores está ampliamente condicionado por la conducta que presentan sus alumnos en el aula. Este condicionamiento, común a cualquier área de conocimiento, es aún más visible en el área de Ciencias de la Naturaleza, ya que la motivación de los alumnos hacia la ciencia y, de manera unívoca, hacia su estudio, se ve considerablemente influida por factores externos a la misma. De manera genérica, podemos decir que la motivación es el resorte que impulsa las conductas humanas, de manera que, si conseguimos motivar a los individuos podremos conseguir cambios al nivel deseado, tanto su desarrollo como individuo como en el escolar.

Esta investigación intenta conocer la motivación que los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria del I.E.S. “Puerta de la Sierra” tienen hacia el aprendizaje de las Ciencias. La idiosincrasia propia de la zona: el centro se encuentra en un pequeño municipio de la Sierra de Segura (Jaén), eminentemente agrícola y, en menor medida, turístico, influye de manera clara en la motivación que los alumnos presentan hacia el aprendizaje de la ciencias debido, principalmente, a que sus perspectivas laborales no están encaminadas hacia el desarrollo científico y no logran ver el alcance de la utilidad de estos conocimientos.

Dado que desde una visión constructivista del aprendizaje, éste no puede quedar reducido a una mera repetición de contenidos ni quedarse exclusivamente en un nivel cognitivo, sino que hay que utilizar otros aspectos como las ideas previas de los alumnos, sus creencias, sus percepciones, sus metas, ... relacionados con el ámbito afectivo y con la motivación del alumno hacia el aprendizaje. Necesitamos este estudio preliminar que nos facilite datos que, a su vez, son necesarios e importantes para las futuras intervenciones de aula dentro de un proceso de innovación educativa.

Palabras clave

Motivación, Enseñanza, Ciencias, Educación Secundaria Obligatoria

INTRODUCCIÓN

El I.E.S. Puerta de la Sierra, es un centro de Educación Secundaria Obligatoria situado en el municipio de “La Puerta” en la comarca de la Sierra de Segura (Jaén), que cuenta con 116 alumnos. La actividad económica de la zona depende del olivar, su industria almazarera, la caza y otros aprovechamientos forestales y, en menor medida, del turismo. Nos encontramos, por lo tanto, en un contexto rural del que se puede destacar la situación de desventaja social y la escasez de

oportunidades socio-laborales de la población. La agricultura se perfila como el principal modo de vida, alrededor del cual el entramado social formado por la familia, los amigos, los vecinos, el entorno institucional y el empleo cobran importancia como pilares básicos de integración.

Los datos que obran en poder de la profesora, nos indican que -de manera general- los alumnos del I.E.S. Puerta de la Sierra no encuentran atractivas las materias de ciencias, como demuestra, por un lado, el hecho de que matriculan en aquellas que son obligatorias obteniendo unos resultados poco brillantes y, por otro, que la oferta de asignaturas optativas de ciencias (como la de métodos de la ciencia) se encuentra desierta curso tras curso.

Es, en este contexto, en el que nos planteamos esta investigación sobre los aspectos afectivos y motivacionales que poseen los alumnos de dicho centro, que pueden influir en el aprendizaje, en general, y; en el aprendizaje de las ciencias, en particular, como un medio de diseñar intervenciones que nos permitan modificar la actitud de nuestros alumnos, tanto hacia el aprendizaje de las ciencias, como hacia las propias ciencias en sí.

MARCO TEÓRICO

El gran problema al que se enfrentan muchos docentes de ciencias en su quehacer diario es que sus alumnos no están interesados en la ciencia y, por lo tanto, tampoco demuestran interés en aprender ciencias. Esta falta de interés hace que no les dediquen tiempo ni esfuerzo a las materias de ciencias, lo que se traduce en fracaso.

La investigación psicológica y educativa ha demostrado la importancia de la motivación en el aprendizaje, llegando a la conclusión de que sin motivación no hay aprendizaje escolar. Según Claxton (1984), motivar es cambiar las prioridades de una persona, sus actitudes ante el aprendizaje y, dado que no podemos presuponer que los alumnos estén interesados por aprender ciencias, nuestra primera tarea como docentes de ciencias es despertar en ellos ese interés por la ciencia, de manera que generemos en los alumnos la motivación que les lleve a esforzarse para aprender ciencias.

De acuerdo con esto, podemos encontrar que, según el valor concedido a esas actividades o tareas, el alumno se esforzará más o menos al realizarlas y, de acuerdo con Pozo y Gómez Crespo, (2001), afirmar que si para el alumno no tiene ningún valor estudiar ciencias, se esforzará muy poco y, por tanto, apenas aprenderá.

Esto nos lleva a buscar las posibles motivaciones de nuestros alumnos para aprender ciencias, que pueden ser tanto extrínsecas, es decir, ajenas a la ciencia (como pueden ser castigos, premios, regalos,...) o intrínsecas, cuando lo que lleva al alumno a esforzarse para aprender ciencias, es la ciencia en sí, la curiosidad por cuestiones científicas, la necesidad de responder preguntas vitales, el interés en saber cómo puede la ciencia responder a los problemas que se plantea el mundo actual, etc. Lo cual está de acuerdo con Tapia (1991), quien afirma que las teorías cognitivas actuales sobre la motivación nos indican que, los individuos en general -y, en el caso que nos ocupa, los alumnos- pueden implicarse en el desarrollo de las diversas actividades, tareas, quehaceres,... por distintas razones, como pueden ser, obtener premios o evitar castigos, buscar la aprobación de los iguales (compañeros de clase, amigos de la pandilla, ...), personas relevantes o superiores (padres, profesores, ...), o aumentar la propia competencia en un tema o una actividad.

Obviamente, hemos de impulsar esta motivación intrínseca por la ciencia en nuestros alumnos de manera que, partiendo de sus intereses y, modificando cuando sea necesario, sus creencias e ideas previas, consigamos generar otros intereses relacionados con el aprendizaje de la ciencia, capaces de trascender el hecho instruccional en sí, para lo cual es necesario desarrollar estrategias didácticas que fomenten la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias basadas en los intereses y

preferencias de los alumnos, en temas relevantes de su entorno, en el trabajo colaborativo, en un cambio del rol de los alumnos que fomente su participación activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, etc., lo que implica cambios sustanciales en la organización de dicho proceso y muestra que, tal y como indica Pozo y Gómez Crespo, (2001), la motivación no es algo que está o no está en el alumno, sino que es un producto de la interacción social en el aula.

OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación son:

- Realizar un estudio sobre la motivación de los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria del I.E.S. La Puerta de Segura hacia el aprendizaje de las ciencias.
- Elaborar un instrumento de medida para conocer los aspectos motivacionales hacia el aprendizaje de las ciencias en alumnos de E.S.O.
- Conocer si los alumnos del centro de E.S.O., anteriormente mencionado, están motivados hacia el aprendizaje de las ciencias.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Partiendo, por un lado, de la premisa de que los aspectos afectivos-motivacionales, relacionados con las ideas previas, las creencias, las percepciones, los intereses,... etc. de los alumnos condicionan su aprendizaje de una determinada materia favoreciendo o no que el discente sea un participante activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en donde se produzcan aprendizajes significativos y consistentes; y, por otro lado, del contexto social, económico y cultural del centro educativo donde inserta la muestra objeto del estudio, hemos planteado esta investigación como un instrumento que nos permita conocer si nuestros alumnos están motivados o no hacia el estudio de las ciencias y qué factores influyen en esta. Para ello, hemos utilizado un diseño correlacional, consistente en la observación y medición de los fenómenos tal y como ocurren en su contexto original, sin introducir alteraciones en el mismo, para después analizarlos mediante la aplicación de una escala Likert de tipo transversal a la población, es decir, un estudio puntual en el que el registro de datos se realiza en un momento único.

La investigación se ha desarrollado en cinco fases:

- Primera fase: Búsqueda de antecedentes.
- Segunda fase: Elaboración y construcción del instrumento de medida.
- Tercera fase. Validación del instrumento de medida: fiabilidad y validez.
- Cuarta fase: Tabulación de datos y análisis estadístico.
- Quinta fase: Discusión y análisis de resultados.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tras la pertinente búsqueda de antecedentes, la segunda y tercera fases de la investigación nos permitieron concretar el segundo objetivo planteado de una manera satisfactoria, ya que se obtuvo un instrumento de medida de la motivación de los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria del I.E.S. Puerta de la Sierra hacia el aprendizaje de las ciencias, fiable, ya que posee un valor de 0,732 para el alfa de Cronbach. Los datos obtenidos por el método de validación por jueces nos permiten considerar que la escala utilizada como instrumento de medida es válida.

Dicho instrumento se concretó en una escala Likert de elaboración propia (de 32 ítems) que presentaba cuatro posibles respuestas (desde la más desfavorable: “nada de acuerdo, hasta la más

favorable: “completamente de acuerdo”) con el fin de evitar la tendencia central en las respuestas. Esta escala fue respondida por una muestra que se corresponde con la población de alumnos de primero, segundo, tercero y cuarto curso de E.S.O. del centro estudiado (15 alumnos de primero, 29 alumnos de segundo, 29 alumnos tercero y 15 alumnos de cuarto curso), matriculados en las materias de ciencias. En las figuras 1 y 2 se muestran los porcentajes correspondientes a la edad y el sexo de los alumnos pertenecientes a la población estudiada.

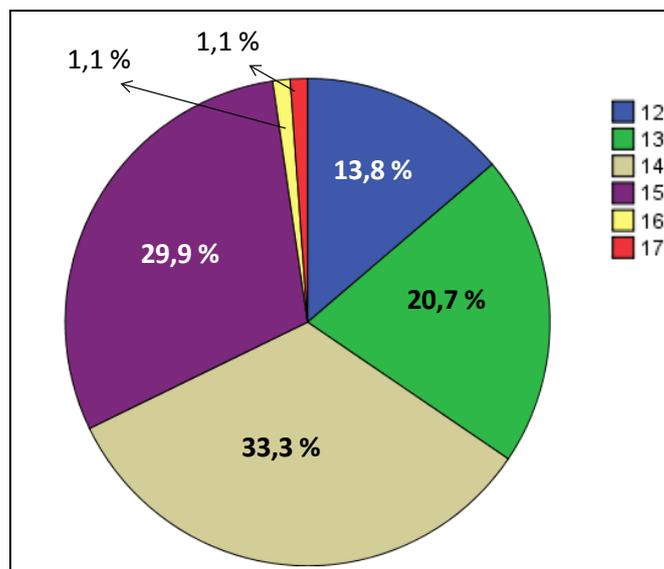


Figura 1. Porcentaje de la variable edad de la población

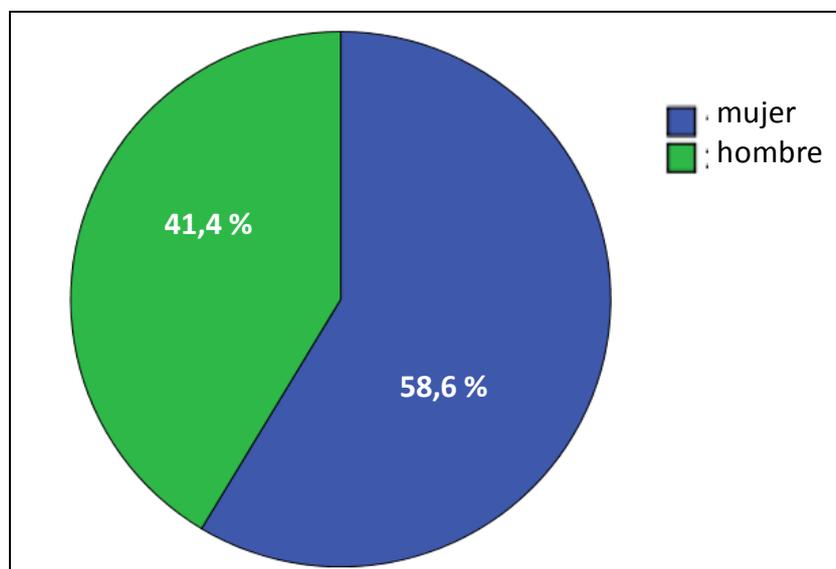


Figura 1. Porcentaje de la variable sexo de la población

Los resultados del estudio estadístico de los valores de la mediana, moda y desviación típica obtenidos se muestran en la tabla 1.

| ítem | Mediana | Moda | Desv. típ. | ítem | Mediana | Moda | Desv. típ. |
|------|---------|------|------------|------|---------|------|------------|
| 1 | 3 | 3 | 0,83 | 17 | 4 | 4 | 1,12 |
| 2 | 3 | 4 | 1,00 | 18 | 4 | 4 | 0,76 |
| 3 | 4 | 4 | 0,89 | 19 | 2 | 2 | 1,11 |
| 4 | 2 | 1 | 0,91 | 20 | 3 | 3 | 1,08 |
| 5 | 3 | 3 | 1,08 | 21 | 3 | 3 | 1,05 |
| 6 | 2 | 2 | 0,96 | 22 | 3 | 3 | 0,95 |
| 7 | 2 | 3 | 1,09 | 23 | 4 | 4 | 0,88 |
| 8 | 3 | 3 | 1,06 | 24 | 2 | 2 | 1,01 |
| 9 | 2 | 2 | 1,12 | 25 | 2 | 1 | 0,94 |
| 10 | 3 | 4 | 0,95 | 26 | 4 | 4 | 1,11 |
| 11 | 3 | 3 | 1,04 | 27 | 2 | 2 | 1,14 |
| 12 | 1 | 1 | 0,93 | 28 | 3 | 4 | 1,05 |
| 13 | 4 | 4 | 0,93 | 29 | 3 | 3 | 0,96 |
| 14 | 2 | 1 | 1,20 | 30 | 4 | 4 | 0,76 |
| 15 | 3 | 4 | 0,88 | 31 | 1 | 1 | 0,93 |

Tabla 1. Resultados estadísticos

CONCLUSIONES

Del análisis de los datos hallados en esta investigación, que nos permite conocer la motivación de los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria del I.E.S. “Puerta de la Sierra” hacia el aprendizaje de las Ciencias, podemos concluir:

A partir los valores obtenidos para la desviación típica, podemos inferir que existe una gran dispersión debida, probablemente, al desarrollo cognoscitivo de la población encuestada, ya que se corresponde a niños que tienen una edad comprendida entre los 12 y 17 años; En poblaciones de estas características el desarrollo madurativo se encuentra en diferentes niveles y se hallan influenciados por multitud de agentes externos, como su entorno, los medios de comunicación, el grupo de amigos, etc., que afectan de manera significativa su percepción sobre las ciencias y su aprendizaje.

Que, tal y como se desprende de los resultados obtenidos para el ítem 2: “*mi único objetivo es aprobar la materia*”, con un valor de 4 para la moda, la motivación que estos alumnos poseen hacia el aprendizaje de las ciencias es, en su mayor parte, extrínseca, respondiendo tan solo a un afán por superar las materias y pasar de curso y, en muy pocos casos al interés por la ciencia en si.

Que, de manera totalmente incongruente con lo anterior, el valor de la moda para el ítem 1: “*mi interés por las asignaturas de Ciencias es grande*”, es de 3. Ello podría responder al hecho de que, aunque las materias de ciencias les interesen más que otras, requieren de un mayor esfuerzo para obtener buenas calificaciones y, como se desprende de los datos obtenidos para el ítem 2, en su mayoría se corresponde con alumnos orientados hacia el resultado y no hacia el aprendizaje.

Que existe una visión negativa de las materias de ciencias relacionada con el nivel de esfuerzo y abstracción necesarios para su estudio que, tal y como se desprende de los resultados del ítem 10: “*las asignaturas de ciencias son más difíciles que otras*” (valor de la moda, 4) y del ítem 23: “*para aprobar las asignaturas de ciencias hay que estudiar mucho*” (valor de la moda, 4), hace que los alumnos las consideren más difíciles de estudiar que otras, lo que disminuye la motivación hacia su aprendizaje. El adolescente establece una relación entre su interés hacia la ciencia, el esfuerzo para la obtención de un buen resultado académico y la motivación que promueve su elección.

Que, como podemos observar de los resultados obtenidos para el ítem 7: “*la profesora hace que me gusten las ciencias*”, cuyo valor más frecuentes es 3; para el ítem 13: “*asistir a clase es importante para aprobar la materia*”, con un valor más frecuente de 4; para el ítem 17: “*hacer prácticas de laboratorio hace que me gusten más las ciencias*”, cuyo valor más frecuente es 4; para el ítem 21: “*el ambiente de clase influye en que me gusten las Ciencias*”, con un valor más frecuente de 3, la metodología didáctica utilizada y la actitud del profesorado influye en la motivación de los alumnos hacia el aprendizaje de las ciencias.

Por último, pero no menos importante, de los valores obtenidos para la mediana (2) y la moda (2) para el ítem 27: “*me gustaría trabajar en algo relacionado con las Ciencias*”, podemos concluir que la mayoría de los alumnos no consideran las ciencias como una opción de cara a su futuro laboral lo que, obviamente, condiciona su interés hacia su aprendizaje, aunque, paradójicamente consideran que -tal y como se recoge en el ítem 20- “*necesito saber Ciencias de la Naturaleza para conseguir un buen empleo*” (valor de la moda, 3).

Por lo tanto, creemos que es necesario propiciar un cambio metodológico en las clases de ciencias que, partiendo de los intereses de los alumnos y basándose en elementos de su cotidianidad, facilite y promueva una motivación intrínseca de los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria hacia el estudio de las Ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Tapia, J. (1991) *Motivación y aprendizaje en el aula*. Aula XXI, Santillana. Madrid.
- Alonso Tapia, J. (1992): *¿Qué es lo mejor para motivar a mis alumnos? Análisis de lo que los profesores saben, creen y hacen al respecto*. Servicio de Publicaciones. Universidad Autónoma. Madrid.
- Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 5–20.
- Claxton, G. (1984). *Live and learning*. Harper & Row. Londres.
- Extremera, N., Fernández-Berrocal, P. (2004). El papel de la inteligencia emocional en el alumnado: evidencias empíricas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 62-5.
- Gálvez Fernández, A. M. (2006). Motivación hacia el estudio y la cultura escolar: Estado de la cuestión. *Pensamiento Psicológico*, 2, (6), 87-101.
- Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona, Kaidós.
- Pekrun, R. (1992). The Impact of Emotions on Learning and Achievement: Towards a Theory of Cognitive/Motivational Mediators. *Applied Psychology: An International Review*, 41 (4), 359-376.
- Pintrich, P. R. (1989). The dynamic interplay of student motivation and cognition in the college classroom. En C. Ames y M. L. Maher (eds.): *Advances in motivation and achievement* (vol. 6). Greenwich, CT: JAI Press.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A. (2001). “*Aprender y enseñar ciencia*”. Morata. Madrid

Vázquez, A., Manassero, M. A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con al ciencia. *Enseñanza de las Ciencias* 15(2), 199-213.

Vázquez, A., Manassero, M. A. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las Ciencias* 27(1), 34-48.

Estudiando la progresión en los modelos explicativos de los alumnos sobre el cambio químico

Aragón Méndez, M.M. (1), Oliva Martínez, J.M. (2), Navarrete Salvador, A. (2)

(1) IES "Drago", Cádiz; (2) Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz.

mmaragonmendez@gmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta y justifica un sistema de categorías que permite analizar los modelos explicativos de los alumnos sobre el cambio químico, así como unos indicadores que posibilitan establecer el grado de progresión respecto a los modelos deseados.

Palabras clave

Modelos, analogías, cambio químico, enseñanza de las ciencias

INTRODUCCIÓN

Los modelos desempeñan una función esencial en la estructura y evolución de la ciencia y son parte integral del pensamiento y funcionamiento científico (Gilbert, Boulter y Rutherford, 1998). Además, el aprendizaje de modelos es una de las cuestiones más relevantes en la enseñanza de las ciencias, así, autores como Halloun (1996) consideran que aprender ciencia no implica sino aprender el juego de la modelización. En el caso de la enseñanza de la química, los diferentes modelos sobre la materia ocupan un lugar central en los currículos. Pero la enseñanza de los modelos no debe sólo dirigirse al aprendizaje de un producto acabado, es preciso además que los alumnos se impliquen y formen parte del proceso de elaboración de modelos, de hecho y como hemos indicado, la modelización es una práctica básica en la ciencia y una parte central de la alfabetización científica. Además, no hay que olvidar una dimensión fundamental consistente en la comprensión de la naturaleza y el propósito de los modelos.

En contraste con la importancia del aprendizaje de modelos, casi nunca se suele dedicar espacio en la escuela a enseñar a los alumnos cómo construir modelos (Justi y Gilbert, 2002), y son pocos los trabajos que ofrecen pautas para la evaluación de la modelización en ciencias (Obersby, 1999). Atendiendo a esta problemática, los autores de la presente comunicación hemos desarrollado una propuesta didáctica que pretende el aprendizaje de modelos sobre el cambio químico así como el desarrollo de las competencias que implican el proceso de modelización y la comprensión de la naturaleza de los modelos. Para facilitar todo esto, se proponen actividades analógicas como recurso mediador. Las analogías apuntan a ser una herramienta útil, dado su potencial para el aprendizaje de conceptos y el desarrollo de estrategias, habilidades y visiones epistemológicas de interés para la ciencia y para los procesos de modelaje (Oliva, 2004). Por otra parte, hemos desarrollado un sistema de categorías que permita delimitar los modelos explicativos de los alumnos sobre el cambio químico, y evaluar la evolución que se produce en torno a los mismos a lo largo del proceso de enseñanza.

Todo esto debe entenderse en el contexto de un trabajo más amplio dedicado a fundamentar y analizar en la práctica la posible contribución del aprendizaje por analogía al pensamiento modelador de los alumnos en ciencias y al aprendizaje de modelos sobre el cambio químico en 3º de ESO (14-15 años).

MODELOS EXPLICATIVOS PARA EL CAMBIO QUÍMICO

Las representaciones explícitas, tanto orales como escritas, que los alumnos generan cuando, individualmente o en un contexto colectivo (Navarrete, 2004), son cuestionados sobre problemas de la ciencia escolar, constituye lo que podemos denominar los modelos expresados o modelos explicativos de los alumnos sobre el cambio químico (Gilbert y Boulter, 1995; Coll et al, 2005).

Al objeto de analizar la información procedente de cada alumno –portafolios, registros de clase, entrevistas semiestructuradas, diario del profesor–, se realizó un estudio cualitativo individualizado para cada alumno diferenciando tres momentos: antes, durante y después de la aplicación de la propuesta. En cada análisis individual se describieron los modelos expresados acerca del cambio químico, utilizando como referente un sistema de categorías común para los tres casos. El sistema de categorías empleado tuvo en cuenta tanto los distintos formatos o modos de representación posibles de cualquier modelo explicativo (Johnson-Laird, 1983; Holland, 1986; Nersessian, 2002), como las diferentes escalas de modelización que pueden manejarse para el caso particular del estudio de la materia (Johnstone, 1982; Solsona, Izquierdo y Jong, 2003). Otros autores distinguen categorías que dependen del tipo de razonamiento que realizan los alumnos al interpretar los cambios químicos (Andersson, 1990; Talanquer, 2005) o acuden a enfoques mixtos en los que se consideran diferentes criterios (Gómez-Crespo y Pozo, 2004; Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales, 2003)

El sistema de categorías que proponemos distingue entre modelos de tipo “proposicional”, que abarcarían las representaciones expresadas de manera verbal o mediante ecuaciones algebraicas, y modelos de tipo icónico, diferenciando en este caso entre las representaciones modales, que guardan una relación de semejanza con el objeto representado, y las amodales, representaciones arbitrarias del objeto. De otra parte, desde el punto de vista de las diferentes escalas posibles de representación, el sistema de categorías planteado tiene en cuenta la propuesta por Johnstone (1982) para el cambio químico, que abarcaría: una escala macroscópica, estructurada en torno a representaciones mentales procedentes de la realidad inmediata observable en torno al cambio químico; una escala submicroscópica, basada en la interpretación del proceso mediante partículas submicroscópicas, como electrones, átomos o moléculas, que no pueden ser directamente observadas; y una escala simbólica, integrada por otros formatos múltiples y variados (modelos, dibujos, representaciones algebraicas, formas digitales,...) y que no, necesariamente, deben interpretarse en un sentido literal con respecto a los entes que representan.

Mediante la combinación de los dos criterios señalados, para cada dimensión considerada se elaboró un sistema categorial que permitía clasificar las respuestas y explicaciones de los alumnos en cuatro categorías distintas, y dentro de cada una según una escala ordinal que permitía definir diferentes grados o niveles de aproximación a un conocimiento escolar deseable. Las cuatro categorías consideradas eran las siguientes:

- *Modelos proposicionales macroscópicos.* Constituidos por las representaciones proposicionales de la realidad observable. Los modelos proposicionales macroscópicos detectados en nuestro caso son fundamentalmente verbales, ya que, exceptuando el caso de la ley de conservación de la masa, no se han abordado relaciones cuantitativas entre las magnitudes descriptivas de los sistemas químicos. Desde el punto de vista de la ciencia escolar, el empleo del modelo proposicional macroscópico requiere el uso de los conceptos de mezcla, sustancia, sustancia elemental, compuesto, masa, propiedad características, cambio físico y cambio químico, así como el establecimiento de las relaciones adecuadas entre los mismos. Tomemos como ejemplo la interpretación que Roberto hace de la mezcla entre el hierro y el azufre y de la reacción entre ambas sustancias.

"Experiencia A. En esta experiencia se mezcla el azufre con el hierro, pero forma una mezcla heterogénea y el hierro al ser un sólido que es atraído por el imán se separa del azufre, no se produce ningún cambio de sustancia. Experiencia B. En esta experiencia al calentar la mezcla, el hierro a estado líquido mezclándose con el azufre formando una sustancia nueva que no se atrae por ningún imán" (Portafolio Roberto, momento 3, actividad 4)

- *Modelos proposicionales submicroscópicos.* Corresponden a las representaciones proposicionales de la interpretación de procesos mediante partículas submicroscópicas como átomos o moléculas, que no pueden ser directamente observadas. El empleo deseable de este modelo requiere el manejo verbal de las ideas básicas que conforman el modelo cinético molecular de la materia, el modelo atómico y el modelo de las colisiones. Haciendo uso de este modelo, vemos en el siguiente caso como una alumna interpreta la conservación de la masa en los cambios químicos.

"La masa de los reactivos es la misma que la de los productos porque las moléculas de reactivos y productos están formadas por el mismo número de átomos pero unidos de distinta manera" (Portafolio Inma, momento 2, actividad 19).

- *Modelos icónicos modales.* Corresponden a las interpretaciones del cambio químico en las que los símbolos empleados guardan una cierta relación de similitud con el objeto representado. Estarían constituidos por representaciones pictóricas, bien de objetos y procesos observables, bien de las partículas submicroscópicas que no pueden ser directamente observadas. En nuestro caso, los alumnos han hecho uso fundamentalmente de las segundas. Desde el punto de vista de un conocimiento deseable, el empleo de un modelo icónico modal para el caso de la representación de partículas submicroscópicas supone la representación de átomos mediante esferitas, de moléculas mediante una agrupación de esferitas, más o menos extensa y con la posibilidad de movimiento intrínseco, y del cambio químico como reagrupación de bolitas cuyo número se conserva para cada tipo al hacer un balance antes-después. Ahora bien, aunque un modelo submicroscópico, en efecto, se proyecta a través de imágenes en representaciones de esta naturaleza, podría suceder que el uso de representaciones de este tipo por parte de los alumnos no revele exactamente la presencia de representaciones mentales auténticas basadas en el modelo daltoniano de cambio químico, sino otro tipo de visiones intermedias que descansan sobre un "modelo de partes" creado ad hoc para explicar el comportamiento de la materia (Acher, Arcà y Sanmartí, 2007). En efecto, como los mencionados autores han mostrado en el citado estudio, los alumnos, ya desde los 7 u 8 años, pueden elaborar modelos para explicar la materia basados en estructuras de partes discontinuas, que no necesariamente se correspondería con el modelo atómico-molecular de la materia, aunque sí un avance respecto a la visión basada en representaciones continuas.

En la figura 1 podemos apreciar el uso que una alumna hace del modelo icónico modal para representar en el caso a) la mezcla de hierro y azufre, y en el caso b) la reacción entre ambos.

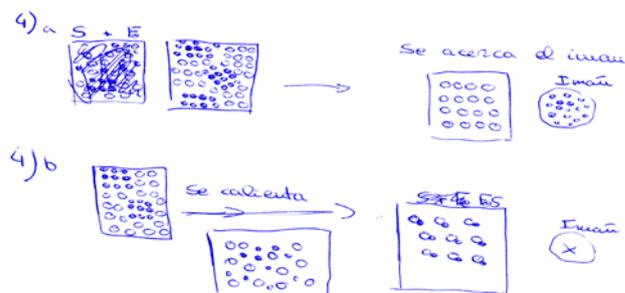


Figura 1. Portafolio Lola, momento 3, actividad 4

- *Modelos icónicos amodales.* Constituidos por las representaciones del cambio químico mediante símbolos que no guardan relación de semejanza con el objeto representado. Es el caso de los símbolos de elementos y de las fórmulas químicas. Requiere, además del manejo de los símbolos de los elementos, la utilización de las fórmulas químicas y la representación de una reacción química mediante la ecuación química correspondiente ajustada. En la figura 2 apreciamos el uso que de este modelo hace una alumna.

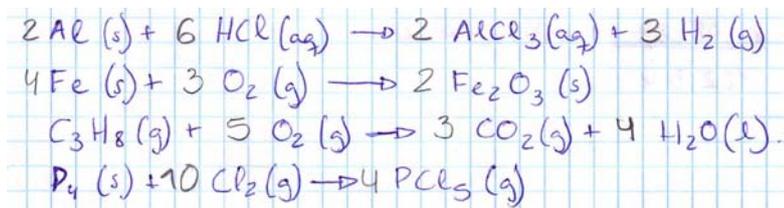


Figura 2. Portafolio Elena, momento 2, actividad 22

Los cuatro modelos han de ser considerados necesarios y complementarios, y no antagónicos. El hecho de que ante una determinada tarea un alumno prefiera emplear un modelo macroscópico en lugar de uno submicroscópico, por ejemplo, no debe considerarse como algo negativo en detrimento de ese otro modelo. Al contrario, es el uso de modelos múltiples en función de la situación, o incluso el uso de diferentes modelos a la vez, lo que ha de entenderse como una situación deseable para los alumnos (Harrison y Treagust, 2000 a,b). Y, de hecho, el desarrollo de un modelo macroscópico debe considerarse como un elemento necesario tanto en la evolución histórica de las ideas sobre la materia como en el aprendizaje de los alumnos (Furió-Más y Domínguez-Salés, 2007).

NIVELES DE PROGRESIÓN

Para cada una de las categorías anteriores, se estableció una escala ordinal que permitía establecer un grado de proximidad a un conocimiento deseable desde el punto de vista de la ciencia escolar, y evaluar hasta qué punto el proceso de intervención didáctica seguido contribuyó al avance de los alumnos en sus modelos explicativos correspondientes. En definitiva, las escalas construidas vendrían a marcar secuencias o hipótesis de progresión para cada categoría considerada, contemplándose en cada caso grados de profundidad o acercamiento variables al punto de vista de un modelo escolar deseable. Concretamente hemos distinguido cinco niveles de progresión para cada uno de los modos:

Nivel I: No se llega a ser capaz de describir los cambios químicos usando el modelo.

Nivel II: Se usa el modelo pero con carencias, incurriendo con frecuencia en concepciones alternativas del cambio químico, en muchos casos acordes con las que se describen en la literatura (Andersson, 1986).

Nivel III o de transición: Se puede usar el modelo a nivel avanzado o básico, pero en ocasiones se siguen manteniendo carencias en su empleo, incluso incurriendo en concepciones alternativas. El alumno se encuentra en una situación en la que compiten diferentes modelos, aflorando uno u otro en distintas ocasiones.

Nivel IV o nivel básico: Se usa alguna vez el modelo al menos a un nivel básico. No se incurre en ideas alternativas.

Nivel V o avanzado: Se usa alguna vez el modelo con cierto grado de profundidad.

Estos niveles nos permiten conocer no solo qué modelos utiliza un alumno en una fase o momento dado del proceso de intervención, sino también dilucidar con qué grado de proximidad lo emplea respecto al punto de vista de la ciencia escolar. Conviene hacer mención aquí que, si bien en un mismo momento algunos alumnos empleaban modelos explicativos correspondientes a distintas categorías, y dentro de cada una, con niveles variables de progresión, en la mayoría de casos las escalas definidas se mostraron estables para las distintas tareas o actividades planteadas en ese momento. Ello nos permitió definir, globalmente para cada momento, perfiles con un importante grado de consistencia interna, y categorizar cada perfil dentro de un nivel específico para cada uno de los respectivos modelos. Justamente, para aquellos casos en los que los alumnos recurrían a un determinado modelo, unas veces empleando explicaciones adecuadas y otras alternativas, definimos el nivel III de transición.

Como ejemplo del tipo de análisis individual realizado, mostramos la tabla 1 en la que se recoge cómo emplea un alumno los diferentes modelos propuestos en los diferentes momentos descritos de la propuesta.

| | | | | | | |
|----------------|--------------------------------------|----|-----|-----|----|---|
| ALUMNA 18, Eva | Modelo proposicional macroscópico | | | | | |
| | Inicialmente | I | II | III | IV | V |
| | Durante la unidad | I | II | III | IV | V |
| | Un mes después | I | II | III | IV | V |
| | Modelo proposicional submicroscópico | | | | | |
| | Inicialmente | I | II | III | IV | V |
| | Durante la unidad | I | II | III | IV | V |
| | Un mes después | I | II | III | IV | V |
| | Modelo icónico modal | | | | | |
| | Inicialmente | I | II | III | IV | V |
| | Durante la unidad | I | II | III | IV | V |
| | Un mes después | I | II | III | IV | V |
| | Modelo icónico amodal | | | | | |
| | Inicialmente | I | II | III | IV | V |
| | Durante la unidad | I | II | III | IV | V |
| Un mes después | I | II | III | IV | V | |

Tabla 1. Evolución de los modelos sobre cambio químico para una alumna.

CONCLUSIONES

El análisis de los modelos explicativos de los alumnos sobre el cambio químico nos indica ciertos logros pero también aspectos en los que sería preciso mejorar.

- La evolución positiva de las concepciones alternativas en torno al cambio químico, animan a continuar en la línea propuesta.
- Los alumnos hacen un uso apropiado de los modelos representativos.
- El hecho de que la mayoría de los estudiantes emplean varios modelos, aunque lo hagan con diferente grado de progresión, es una situación deseable.
- Parece que el modelo submicroscópico es el más complejo y, además, su dominio recapitula de alguna forma el dominio de los otros tres. Una de las dificultades detectadas reside en la apropiación del discurso científico, por lo que parece conveniente incidir en algunos aspectos de carácter lingüístico.
- Se han detectado dificultades en el establecimiento de las relaciones adecuadas entre el modelo macroscópico y el modelo submicroscópico.

- El empleo correcto de los modelos simbólicos, no implica el uso adecuado del submicroscópico. Esto puede ser debido a que el empleo de los símbolos químicos no implica la atribución del significado que se asigna en los modelos aceptados.

En cualquier caso, los resultados obtenidos son alentadores y parecen mostrar unas buenas perspectivas ante la posibilidad de continuar investigando sobre las contribuciones positivas posibles de la enseñanza con analogías.

BIBLIOGRAFÍA

Andersson, B. (1986). Pupils' Explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70, 549-563.

Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations, *Studies in Science Education*, 18, 53-85.

Archer, A., Arcá, M., Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: a case study in primary education. *Science Education*, 91(3), pp. 398-418.

Coll, R. K., France, B., Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), pp. 183-198. 2005.

Furió-Mas, C., Domínguez-Sales, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), pp. 241-258.

Galagovsky, L., Rodríguez, M. A., Stamati, N., Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 107-121.

Gilbert, J. K., Boulter, C., Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.

Gómez Crespo, M. A., Pozo, J. I (2004). Relationships between everyday knowledge and scientific knowledge: understanding how matter changes. *International Journal of Science Education*, 26 (11), 1325-1343.

Halloun, I. (1996). Schematica modelling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 1019-1041

Harrison, A. G., Treagust, D. F. (2000a). A tipology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.

Harrison, A. G., Treagust, D. F. (2000b). Learning about atoms. Molecules and chemical bonds: a case study of multiple model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.

Holland, J. H., Holyoack, K. J., Nisbett, R. E., Taghard, P. (1986). *Induction: Processes of Inference, Learning and Discovery*. Cambridge: MIT Press.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge /University Press.

Johnstone, A. H. (1982). Macro and micro chemistry. *School Science Review*, 64, 295-305.

Justi, R., Gilbert, J. K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.

Navarrete, A. (2004). *Obstáculos y dificultades en la evolución de las estructuras conceptuales y epistemológicas de los futuros maestros: Un estudio de casos sobre el fenómeno de las estaciones*. Tesis doctoral, publicada por ProQuest ISBN: 84-7786—285-0, UMI, nº 3107335

Nersessian, N. J. (2002). Maxwell and "the Method of Physical Analogy": Model-based reasoning, generic abstraction, and conceptual change. En D. Malament (Ed.): *Essays in the History and Philosophy of Science and Mathematics*, pp. 129-166. Lasalle, IL: Open Court

Obersby, J. (1999). Assesment of modelling capability. *Second International Conference of European Science Education Research Association*. Kiel. Alemania.

Oliva, J. M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3). En línea en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

Solsona, N., Izquierdo, M., Jong, O. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, 25 (1), 3-12.

Talanquer, V. (2005). El Químico Intuitivo. *Educación. Química*. 16(4) 114 (2005).

La comprensión de la noción de Elemento Químico en alumnos de Secundaria y de Bachillerato

Franco Mariscal, A.J. (1), Oliva Martínez, J.M.(2), Bernal Márquez, S. (3)

(1) I.E.S. Caepionis. Chipiona. Cádiz; (2) Departamento de Didáctica. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz; (3) Departamento de Ciencia de los Materiales, Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica. Universidad de Cádiz.

antoniojoaquin.franco@uca.es

RESUMEN

En esta comunicación se analiza la comprensión de la noción de elemento químico en alumnos de 4º de ESO y de 2º de Bachillerato. Concretamente, se perfilan las visiones que ostentan en torno a la diferenciación entre elemento y compuesto, la identidad nuclear de los mismos, y la identificación de ejemplos de ellos en nuestro entorno inmediato. Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes de Secundaria presentan serias deficiencias en la comprensión de la noción de elemento químico, y que tales déficits se mantienen, en gran parte, en 2º de Bachillerato. Tales resultados sugieren dificultades y obstáculos en la comprensión de estos tópicos y muestran un escaso eco de los estudios cursados en el aprendizaje de los alumnos.

Palabras clave

Elemento químico, comprensión de los alumnos, dificultades en educación química.

INTRODUCCIÓN

La presente comunicación se inserta dentro del marco más amplio de un trabajo de Tesis Doctoral sobre el uso de juegos educativos en la enseñanza del tema de los elementos químicos y su clasificación periódica (Franco, Bernal y Oliva, 2008). Como paso previo, era preciso delimitar la comprensión de los alumnos en este ámbito en clases habituales, para posteriormente situar el impacto de esos recursos en un diseño de enseñanza que trate de estimular el interés de los estudiantes por estos temas y fomente actitudes positivas hacia las Ciencias y su aprendizaje. Todo ello desde la premisa de que los factores de tipo emotivos y actitudinales van a intervenir de forma decisiva en los procesos de aprendizaje y de cambio conceptual de los alumnos (Reid y Hodson, 1989; Pintrich et al., 1992).

Las investigaciones precedentes sobre dificultades en el ámbito específico que aquí nos ocupa se han centrado en el concepto de elemento como sustancia química (Sanmartí, 1990; Furió y Domínguez, 2007), así como en la diferenciación entre elemento y compuesto (Briggs y Holdin, 1986, Caamaño, 1994). Sin embargo, dentro de los límites que conocemos, no se han realizado apenas estudios en torno a la noción de elemento desde el punto de vista de su identidad nuclear, como tampoco sobre la identificación de elementos específicos en objetos y materiales del entorno cotidiano, aspecto otro en el que también se centra esta comunicación por considerarla clave a la hora de tener una visión global de la idea de elemento, y de poder contextualizarla desde una perspectiva CTS.

Junto a ello, las dificultades de aprendizaje en torno al tema de la clasificación periódica de los elementos ha sido objeto, aún, de menor atención dentro de la investigación en Didáctica de las Ciencias, siendo la tesis de Linares (2004), uno de los pocos estudios en este sentido. Ello a pesar

de su importancia en la historia y en el curriculum de Química (Scerri, 2007), y de las dificultades habitualmente detectables al respecto en la práctica docente. Así, aspectos básicos como la manera en que los elementos se estructuran en la Tabla Periódica, la propia utilidad de la misma, los criterios mediante los que organizan los elementos, o las limitaciones que también posee el actual Sistema Periódico, son temas sobre los que se detectan numerosas carencias en el conocimiento de los alumnos, debido a dificultades de aprendizaje de muy diverso tipo (Franco, Oliva y Bernal, 2009). Todo ello en conexión con el bajo interés que estos temas suelen despertar en los alumnos.

Habiendo estudiado en un trabajo anterior las dificultades de aprendizaje en torno al tema de los elementos y su clasificación periódica a través de la opinión de profesores e investigadores en Educación Química, seguimos planteando nuestro interés por profundizar en este tema, en esta ocasión realizando un estudio de campo.

En este caso, se trataría de comprobar qué saben los estudiantes acerca de estos temas cuando finalizan tanto sus estudios de ESO como de Bachillerato, al objeto de detectar deficiencias que pudieran revelar escollos y problemas en su proceso de aprendizaje. En este trabajo nos centraremos en la noción de elemento químico, dejando para futuros estudios el tema de la periodicidad y de la clasificación de los elementos químicos.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se abordan tres dimensiones importantes de la idea de elemento: a) su diferenciación respecto a la de compuesto, b) la universalidad de los elementos químicos y la identidad de éstos desde el punto de vista de su composición nuclear, y c) la identificación de elementos en nuestro entorno inmediato.

Se han escogido como referentes para este estudio los cursos de 4º de ESO y 2º de Bachillerato de Ciencias, al corresponderse con cohortes terminales de los estudios de Secundaria Obligatoria y postobligatoria, respectivamente.

El estudio se ha realizado con una muestra de 136 estudiantes, 67 de los cuales finalizaban 4º de ESO y cursaban la asignatura de Física y Química en tres institutos de Secundaria, y 69 procedentes de 2º de Bachillerato de Ciencias, que incluían la materia de Química en su currículo, y pertenecían también a tres centros de Secundaria de características similares a los anteriores. Todos estos alumnos habían recibido una enseñanza tradicional desde el punto de vista metodológico, muy alejada de las posiciones CTS.

El instrumento utilizado para la recogida de datos consistió en un cuestionario basado en 12 preguntas que cubrían un amplio espectro de temáticas. En este caso nos centraremos solo en tres de ellas, que son las que hacen referencia a las dimensiones aludidas. El cuestionario se administró durante el último trimestre del curso, cuando éste ya finalizaba.

El análisis de datos tuvo dos partes. Una primera de carácter cualitativo que sirvió para definir un sistema de categorías de las respuestas aportadas en cada pregunta, y un tratamiento posterior de tipo cuantitativo basado en el análisis de frecuencias y el establecimiento de comparaciones. Dicho análisis se realizó con el programa SPSS 17.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se analizan los resultados obtenidos para los tres ítems considerados.

Diferencia entre elemento y compuesto químico

Para averiguar las concepciones de los alumnos sobre la diferencia entre elemento y compuesto se propuso la siguiente cuestión: “¿Qué crees que diferencia un elemento de un compuesto químico?”.

Del análisis de las respuestas dadas se pueden establecer cinco categorías, que se indican y ejemplifican en la Tabla 1.

| Categoría de respuesta | Comentarios | Ejemplo de respuesta aportada |
|--|---|---|
| A: Respuestas adecuadas utilizando una idea microscópica | Explicaciones adecuadas basadas en el nivel atómico | <i>"Un elemento está formado por átomos del mismo tipo. En cambio, los compuestos están formados por varios átomos"</i> |
| B: Otras respuestas adecuadas | Explicaciones no basadas de forma explícita en un marco microscópico. Algunas mediante lenguaje macroscópico y otras de tipo simbólico. | <i>"Un elemento es indivisible. Los compuestos están formados por varios elementos"</i> |
| C: Respuestas intermedias utilizando ideas microscópicas | Explicaciones microscópicas incompletas o con errores conceptuales en algunas facetas | <i>"Un elemento está formado por un átomo único, y el compuesto químico lo forman dos átomos o moléculas"</i> |
| D: Otras respuestas intermedias | Explicaciones de otro tipo, incompletas o con errores conceptuales leves | <i>"Un elemento está formado por un elemento. El compuesto químico está formado por dos elementos"</i> |
| E: Respuestas totalmente inadecuadas o sin responder | Explicaciones incorrectas o en blanco | <i>"El compuesto está formado por varias moléculas y el elemento por una"</i> |

Tabla 1. Categorías de respuestas en torno a la diferencia entre elemento y compuesto

La distribución de respuestas en cada categoría se recoge en la Tabla 2 (ver también Figura 1).

| TIPO DE RESPUESTAS | CURSO | | | |
|---------------------------------|------------|-------|------------|-------|
| | 4º ESO | | 2º BACH | |
| | Frecuencia | % | Frecuencia | % |
| A: Idea microscópica adecuada | 1 | 1,5 | 9 | 13,0 |
| B: Idea macroscópica adecuada | 21 | 31,3 | 16 | 23,2 |
| C: Idea microscópica intermedia | 1 | 1,5 | 11 | 15,9 |
| D: Idea macroscópica intermedia | 32 | 47,8 | 21 | 30,4 |
| E: Respuestas inadecuadas | 12 | 17,9 | 12 | 17,4 |
| Total | 67 | 100,0 | 69 | 100,0 |

Tabla 2. Distribuciones de respuestas para la diferencia entre elemento y compuesto

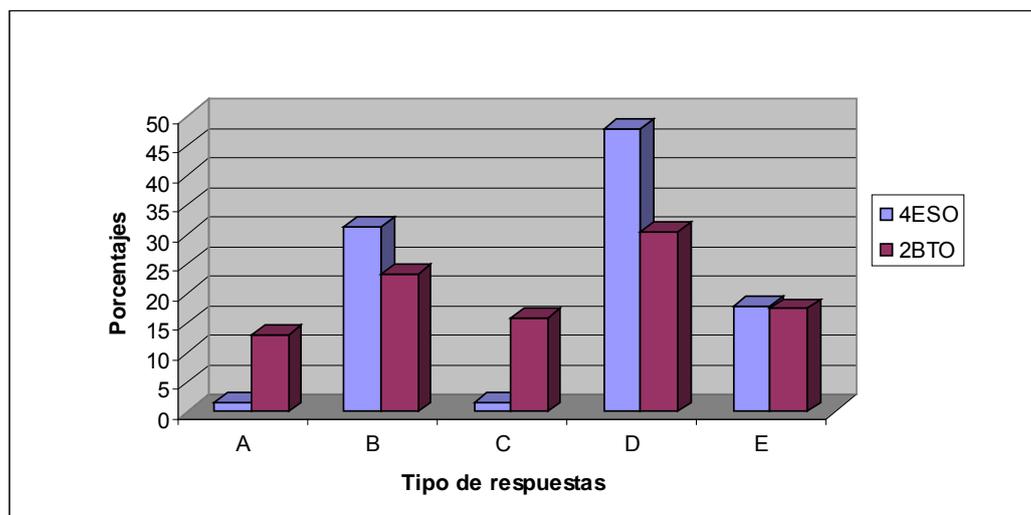


Figura 1. Distribuciones de respuestas de los estudiantes para la diferencia entre elemento y compuesto

Los datos indican que solo un tercio de los estudiantes que finalizaban 4º de ESO aportaba respuestas totalmente satisfactorias, fuese a nivel macroscópico o microscópico, mientras un 18% daba respuestas totalmente inadecuadas. El resto, se movía en explicaciones parciales que contenían algunos rasgos adecuados, pero también imprecisiones o incluso errores conceptuales. Además, tan solo un 3% del alumnado aportó respuestas basadas en un modelo microscópico de la materia, ya fuesen adecuadas o intermedias, mientras la inmensa mayoría prefirió emplear explicaciones basadas en un modelo macroscópico. Todo ello indica, por un lado, las dificultades que encierra para los alumnos el concepto de elemento químico y su diferenciación del de compuesto, y de otro, lo escasamente que tienen asumido un modelo microscópico de materia.

Al comparar estos resultados con los de 2º de Bachillerato, se observa que también los estudiantes de este curso, en términos globales, prefieren el uso de explicaciones macroscópicas (categorías B y D). A tenor de los resultados, parece que los alumnos que finalizan Bachillerato de Ciencias mejoran algo en su capacidad para emitir explicaciones a nivel microscópico, pero ello no garantiza un aumento en el nivel de adecuación de las explicaciones. No obstante, la proporción de respuestas consideradas totalmente satisfactorias, independientemente de que se moviesen a un nivel macroscópico o microscópico, siguió una tónica muy parecida (36%).

Al objeto de comprobar el alcance de las diferencias apreciadas entre ambas submuestras (4º de ESO y 2º de Bachillerato) aplicamos la prueba de X^2 . Al hacerlo obtenemos un valor de $X^2=17,67$ (g.l.=4), $p<0,001$, que sugiere diferencias estadísticamente significativas entre ambos subgrupos. Para averiguar la causa de esas diferencias agrupamos las respuestas adecuadas, por un lado, las intermedias, por otro, y las inadecuadas, obteniendo un $X^2=0,18$ (g.l.=2), $p>0,9$, lo que indica que no hay diferencias significativas. Si agrupamos ahora las dos categorías macroscópicas, de un lado, y de otro las dos categorías microscópicas, además de considerar las respuestas inadecuadas, obtenemos un $X^2=17,55$ (g.l.=2), $p<0,001$, que indica diferencias, ahora sí, estadísticamente significativas.

Por tanto, aún cuando hay un cierto progreso en el uso de explicaciones microscópicas ante esta pregunta, los alumnos que finalizan Bachillerato siguen aportando mayoritariamente respuestas macroscópicas, y mejoran poco en el grado de adecuación de sus explicaciones. Estos resultados sugieren un pobre bagaje para el aprendizaje alcanzado después de dos cursos de Bachillerato, lo cual revela dificultades en el aprendizaje de este tópico.

Universalidad de los elementos químicos

Esta dimensión intentaba evaluar si los alumnos reconocían la invarianza de los elementos químicos en el universo, e indirectamente si comprendían la noción de elemento desde el punto de vista de su composición nuclear. Se trataba, de esta manera, de constatar hasta qué punto tenían en mente al número de protones del núcleo (número atómico) como atributo que define la identidad de un elemento químico. La tarea propuesta tenía el siguiente enunciado: *“Imagina una nave espacial que te trasladara a un lugar muy lejano del Universo. ¿Crees que encontrarías allí los mismos elementos químicos que en la Tierra? ¿O crees que existirían otros elementos totalmente diferentes? Explicalo”*.

Las respuestas dadas por los estudiantes se pueden categorizar en cuatro tipos, cuyas características se indican en la Tabla 3.

| Categoría de respuesta | Comentarios | Ejemplo de respuesta aportada |
|--|---|---|
| A: Admite totalmente la universalidad a partir de la diferenciación de los elementos por su número de protones | Explicaciones adecuadas que aluden a la composición nuclear del átomo para identificar un elemento | <i>“Tendría que haber los mismos elementos ya que los elementos se diferencian por el número de electrones y protones de los que están compuestos”</i> |
| B: Admite la universalidad de los elementos (total o parcialmente) con explicaciones de otro tipo que no aluden a partículas elementales | Explicaciones que admiten la universalidad de los elementos, sin aludir explícitamente a las partículas elementales | <i>“Habría los mismos elementos que en la Tierra porque los elementos se forman al crearse una estrella y se esparcen al transformarse y explotar como supernova. Siempre se forman los mismos elementos”</i> |
| C: Admite la universalidad de los elementos (total o parcialmente) sin explicaciones o con explicaciones inadecuadas | Explicaciones que admiten sin justificar la universalidad, o con información incompleta o inadecuada | <i>“Se encontrarían los mismos elementos pero con diferente composición y proporción”</i> |
| D: No admite la universalidad de los elementos | Explicaciones en las que se niega dicha universalidad | <i>“No encontraría los mismos elementos que en la Tierra, sino que habría otros elementos diferentes”</i> |

Tabla 3. Categorías de respuestas en torno a la universalidad de los elementos

La Tabla 4 y la Figura 2 recogen la frecuencia de aparición de las diferentes categorías.

| TIPO DE RESPUESTAS | CURSO | | | |
|---|------------|-------|------------|-------|
| | 4º ESO | | 2º BACH | |
| | Frecuencia | % | Frecuencia | % |
| A: Admite totalmente la universalidad a partir de partículas elementales | 4 | 6,0 | 5 | 7,2 |
| B: Admite la universalidad (total o parcialmente) con explicaciones de otro tipo que no aluden a partículas elementales | 23 | 34,3 | 26 | 37,7 |
| C: Admite la universalidad con explicación inadecuada o sin explicación | 18 | 26,9 | 15 | 21,7 |
| D: No admite la universalidad | 22 | 32,8 | 23 | 33,3 |
| Total | 67 | 100,0 | 69 | 100,0 |

Tabla 4. Distribuciones de respuestas en torno a la universalidad de los elementos

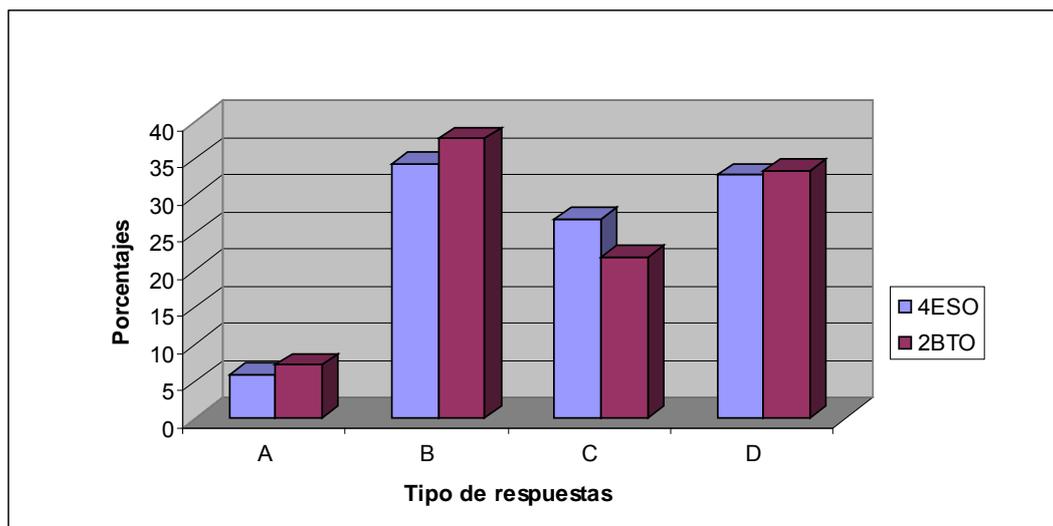


Figura 2. Distribuciones de respuestas para la cuestión sobre la universalidad de los elementos

De los datos anteriores se desprende que en las dos categorías de respuestas más adecuadas (A y B) sólo existen diferencias mínimas. Así, los estudiantes de Bachillerato dan un porcentaje de respuestas (total o parcialmente adecuadas) ligeramente mayor que los alumnos de 4º de ESO, pero la proporción de respuestas inadecuadas o sin explicación sigue siendo muy similar.

Se observa además que los estudiantes no suelen utilizar un modelo microscópico para explicar la universalidad de los elementos químicos, y prefieren el uso de otro tipo de explicaciones que remiten al origen cosmológico de los mismos, y que por tanto no pueden considerarse totalmente explícitas desde el punto de vista químico.

Al comparar la distribución de porcentajes en ambas submuestras, se obtiene un $X^2=0,56$ (g.l.=3), $p>0,05$, lo que sugiere que no existen apenas diferencias entre las explicaciones expuestas en ESO y en Bachillerato. Es decir, a lo largo del Bachillerato no parece producirse progreso en cuanto a la capacidad de los estudiantes para identificar el número atómico como señal de identidad de un elemento químico, o al menos los alumnos encuestados no parecen competentes a la hora de movilizar dicha noción para interpretar la diversidad de elementos en el Universo.

Identificación de los elementos en nuestro entorno

Esta dimensión evaluaba si el estudiante era capaz de identificar la presencia de elementos químicos en su entorno inmediato. La tarea propuesta fue: *“Identifica todos los elementos químicos que conozcas (hasta un máximo de 10 elementos), en los materiales u objetos de los que forman parte y que puedas tener en casa”*. Se puso como ejemplo el oro presente en un anillo. Las categorías de respuestas se recogen en la Tabla 5.

| TIPO DE RESPUESTAS | CURSO | | | |
|---|------------|-------|------------|-------|
| | 4° ESO | | 2° BACH | |
| | Frecuencia | % | Frecuencia | % |
| A: Cita adecuadamente 9 o 10 elementos y materiales | 42 | 62,7 | 40 | 58,0 |
| B: Cita adecuadamente de 5 a 8 elementos y materiales | 24 | 35,8 | 20 | 29,0 |
| C: Cita adecuadamente menos de 5 elementos y materiales | 1 | 1,5 | 9 | 13,0 |
| Total | 67 | 100,0 | 69 | 100,0 |

Tabla 5. Identificación de los elementos en el entorno

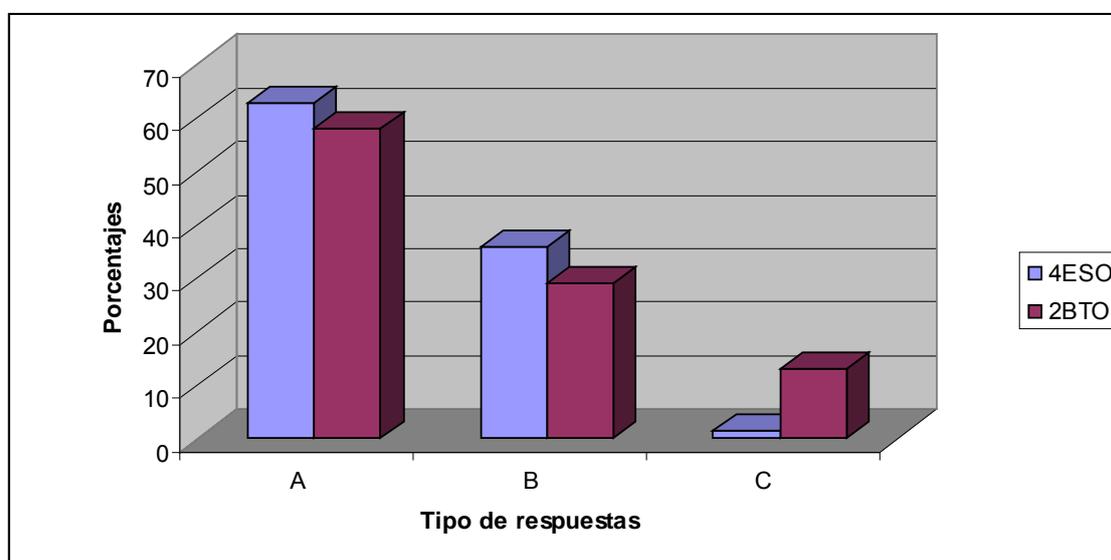


Figura 3. Tipos de respuestas para la cuestión sobre la identificación de elementos en el entorno

Como muestran los datos, en conjunto, aproximadamente un 60% de los estudiantes de ESO y Bachillerato fue capaz de identificar en su entorno al menos 9 elementos de un total máximo solicitado de 10. Asimismo, prácticamente un 90% del alumnado de los dos niveles, identificaron al menos 5 elementos.

Al comparar las distribuciones de porcentajes de ambas submuestras, se obtiene un $X^2=6,78$ (g.l.=2), $p<0,05$, lo que sugiere diferencias estadísticamente significativas entre 4° de ESO y 2° de Bachillerato. No obstante, las diferencias apreciadas se mueven en contra de lo que en principio esperábamos, ya que se aprecia un cierto empeoramiento al pasar de ESO a Bachillerato, aspecto éste que puede ser debido al mayor grado de formalización y el menor nivel de acercamiento a lo cotidiano que suele darse a la enseñanza de la Química -como también de la Física- en el Bachillerato.

CONCLUSIONES

Como muestra el análisis detallado de las tres cuestiones expuestas, los estudiantes presentan serias deficiencias en la comprensión de la noción de elemento químico. Estas deficiencias se mantienen como hemos visto, en gran parte, en 2° de Bachillerato, lo que sugiere la existencia de dificultades y

obstáculos en torno a los tópicos estudiados y muestran un escaso eco de los estudios cursados en la comprensión de los alumnos. Aunque es posible que una parte importante de estas dificultades sean el fruto de obstáculos propios del ámbito cognitivo (presencia de esquemas alternativos en los alumnos y/o la aparición de desfases entre las demandas cognitivas y el grado de pensamiento formal disponible), también lo es que una parte de ellas muy bien pudieran tener su origen en un escaso interés de los alumnos por el estudio de estos temas, probablemente por la manera mediante la que se enseñan habitualmente. Si ello es así, algunas de esas dificultades serían susceptibles de ser superadas mediante la inclusión de cambios importantes en los diseños de enseñanza. De ahí, nuestro interés por promover estrategias y recursos especialmente comprometidos con la mejora de las actitudes y motivaciones de los estudiantes en torno a estos temas, ante la esperanza de que ello podría redundar en la superación de una parte de las dificultades delimitadas.

BIBLIOGRAFÍA

Briggs, H., Holding, B. (1986). Aspects of Secondary students' understanding of elementary ideas in chemistry: Summary report. *Children's Learning in Science Project*. Centre for Studies in Science and Mathematics Education: University of Leeds.

Caamaño, A. (1994). *Concepciones de los alumnos sobre la composición y la estructura de la materia y sobre el cambio químico. Comprensión de las formas simbólicas de representación*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

Franco, A. J., Bernal, S., Oliva, J. M^a (2008). El juego educativo como recurso didáctico en la enseñanza de la clasificación periódica de los elementos químicos. *Actas del V Seminario Ibérico CTS de Enseñanza de las Ciencias*. Universidad de Aveiro.

Franco, A. J., Oliva, J. M., Bernal, S. (2009). Dificultades de aprendizaje en torno a la periodicidad de los elementos químicos: La visión de profesores e investigadores en educación química. *VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, pp. 54-57.

Furió, C., Domínguez, M. C. (2007). Deficiencias en la enseñanza habitual de los conceptos macroscópicos de sustancia y de cambio químico. *Journal of Science Education*, 8(2), pp. 84-92.

Linares, R. (2004). *Elemento, átomo y sustancia simple. Una reflexión a partir de la enseñanza de la Tabla Periódica en los cursos generales de Química*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.

Pintrich, P. R., Marx, R. W., Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.

Reid, D. J., Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en Secundaria*. Madrid: Narcea.

Sanmartí, N. (1990). *Estudio sobre las dificultades de los estudiantes en la comprensión de la diferenciación entre los conceptos de mezcla y compuesto*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

Scerri, E. R. (2007). *The Periodic Table. Its story and its significance*. New York: Oxford University Press.

Los dispositivos tecnológicos en los libros de texto

Fernández González, M., Torres Gil, A.J.

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

mfgfaber@ugr.es

RESUMEN

Se ha estudiado el tratamiento que dispensan los manuales de 4º de E.S.O. a los dispositivos tecnológicos. Para ello hemos analizado la variedad de dispositivos que recogen y las modalidades de exposición. Los resultados muestran en la mayoría de los manuales una presencia moderada de dispositivos, que en muchos casos aparecen subordinados totalmente a la teoría, pero en otros se les concede un cierto protagonismo frente a ella.

Palabras clave

Enseñanza de las ciencias, contenidos tecnológicos, libros de texto, alfabetización científica

INTRODUCCIÓN

Entre las aportaciones de la enseñanza renovada de las ciencias figuran dos propuestas básicas como son la conveniencia de rebajar el nivel teórico de los contenidos y de relacionar teoría con realidad. Esto equivale a promover un cambio en el que lo disciplinar deja paso a lo contextual (Caamaño, 2005). Así lo entiende en la actualidad la didáctica de las ciencias, respaldada por el movimiento de alfabetización científica y tecnológica (AAAS, 1993), que impulsa las ideas anteriores, animando a dar protagonismo tanto a acontecimientos de la vida diaria, como a problemas globales de base científica (Marco, 2000).

Las nuevas tendencias insisten en vincular ciencia y tecnología (Acevedo, 1996), lo que promueve la consideración hacia los dispositivos presentes en nuestro entorno. Nos situamos pues en un terreno fronterizo con otros dos más estudiados: la tecnología y la museología. Las diferencias, a veces difusas, son que la primera (Cajas, 1999) constituye una disciplina donde el dispositivo es el protagonista indiscutible y sus conexiones con la teoría son menos rígidas; la segunda (Rahm, 2004) forma parte de la educación no formal y, por tanto, es menos sistemática y más interactiva.

Habitualmente el tratamiento de los dispositivos en la enseñanza y, particularmente en los manuales, ha sido encaminado a brindar ejemplos a la teoría. Por eso su sola mención era ya suficiente. En el ámbito de la enseñanza renovada de las ciencias, aunque, en general, sigue con este cometido, también se intenta prestar atención al propio dispositivo, que se convierte de este modo en objeto de enseñanza por sí mismo (Fernández y Torres, 2006).

En cualquier caso, aunque aparezca subordinado a la teoría, el protagonismo con que es presentado suele ser, en general, mayor que en la enseñanza tradicional porque trata de detenerse en el aparato y explicarlo, poniendo en claro su funcionamiento, es decir, el mecanismo por el cual desarrolla su actuación. Para ello es necesario recurrir al fundamento, que aporta la base teórica sobre la que descansa. Desde la óptica del alumno, si el dispositivo es ya familiar, aprende por qué y cómo funciona; si no lo es, conoce además su existencia y utilidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

El objetivo de nuestro trabajo es estudiar el grado de atención que los manuales de Física y Química de secundaria prestan a los dispositivos tecnológicos. Su uso como objetos de enseñanza encaja bien en el marco teórico señalado, pues es una vía de entrada directa en el ámbito contextual y una contribución valiosa a la alfabetización científica. Es, además, un contenido idóneo para promover especialmente competencias en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, ya que desarrolla el pensamiento científico y lo aplica para interpretar los procesos básicos de la ciencia y la tecnología (MEC, 2007: 687).

Puesto que nuestro objeto de estudio se centra en los dispositivos, es obligado precisar el término. ¿Qué entendemos por dispositivo tecnológico? En una primera aproximación puede ser un objeto o sistema que aúna ciencia y tecnología, y es utilizado por el hombre para mejorar en mayor o menor grado su calidad de vida y contribuir al funcionamiento de la sociedad en que vive. Pero esta definición habrá de ser concretada y matizada con más detenimiento.

Nuestro estudio va encaminado, en principio, a determinar hasta qué punto los manuales se hacen eco de las propuestas didácticas actuales (Cañal y Criado, 2002), es decir, si los dispositivos son recogidos con asiduidad y se les concede una atención suficiente. Vamos a dejar por el momento fuera de nuestro estudio la calidad de su presentación y la valoración de la colección que presenta un manual, en cuanto a su carácter de completa y adecuada.

Se hace preciso entonces:

- Comprobar la variedad y abundancia de dispositivos ofrecidos por el manual.
- Analizar las exposiciones a fin de determinar el grado de atención prestado a cada uno.

Estas finalidades van a conducir a otro objetivo de más calado cual es apreciar el grado de irrupción de lo contextual en el campo de lo disciplinar, índice claro del cambio de orientación en la enseñanza.

METODOLOGÍA

La tarea que nos proponemos consta de dos etapas:

Etapa A.- Determinación de los dispositivos que aparecen en los manuales. (A1) En primer lugar habrá que establecer unos criterios precisos que delimiten lo que vamos a considerar como dispositivo. (A2) Seguidamente se revisarán distintos manuales para, con arreglo a ellos, seleccionar los dispositivos que aparecen. El resultado final será una lista con los que figuran en los libros revisados.

Etapa B.- Análisis de las presentaciones en los manuales. Una vez realizada la tarea anterior se procede a un estudio de la presentación de cada dispositivo, que incluya el protagonismo concedido, los elementos expositivos y las finalidades perseguidas. Los resultados obtenidos podrán permitir establecer una tipología, aplicable a cualquier dispositivo.

ETAPA A: CRITERIOS Y SELECCIÓN

Criterios

Como se trata de investigar las estructuras de presentación de un dispositivo, una simple mención del nombre difícilmente puede constituir objeto de estudio y, por ello, no será considerada. Sólo vamos a detenernos en los casos que ofrezcan alguna información, aunque sea mínima.

No obstante, y previamente a toda actuación, es necesario precisar el término dispositivo. Entendemos por dispositivo un artificio constituido por diversos elementos que actúan conjuntamente para obtener un resultado automático, es decir, muestra un diseño tecnológico, está formado por componentes diversos, tiene un mecanismo propio de funcionamiento (normalmente no evidente) y actúa conjuntamente hacia un mismo fin.

La definición dada puede acoger aparatos muy diferentes, que es también lo que ocurre en los manuales. No obstante, en nuestro estudio no van a considerarse todos. En primer lugar vamos a utilizar como criterio de selección la propia definición de dispositivo. Así, habrá algunos aparatos que por no responder a la definición serán excluidos (p.ej. los esquís, que no muestran ningún mecanismo o instalaciones como las eléctricas que pueden adoptar disposiciones muy diferentes, según su finalidad). A este criterio se va a añadir otro, derivado de la intencionalidad de nuestra investigación, que estudia en qué grado lo disciplinar deja paso a lo contextual. Esto llevará a dejar fuera a algunos dispositivos, que muestran un perfil disciplinar acentuado, como es el caso de los instrumentos científicos o de medida.

Ambos criterios permitirán delimitar con nitidez el campo de estudio, a fin de hacerlo más homogéneo.

Selección

Los criterios anteriores van a ser utilizados en determinar, de entre los dispositivos que aparecen en los manuales, aquellos de relevancia cotidiana o social que van a ser objeto de estudio. Se van a revisar libros de texto recientes (2008) de 4º de E.S.O. de diez editoriales de gran difusión: SM, Bruño, Oxford, Anaya, Edelvives, Guadiel, Editex, McGraw Hill, Santillana y Vicens Vives.

ETAPA A: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los dispositivos ofrecidos en los diez libros de texto revisados se recogen en la Tabla 3 del Anexo. La Tabla 1 que aparece a continuación es un extracto de la misma.

| EDITORIAL | SM | Bru. | Oxf. | Ana. | Edel. | Guad. | Edit. | McGr. | Sant. | VV. |
|---------------------------------|----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Nº total de dispositivos | 26 | 16 | 16 | 22 | 10 | 7 | 10 | 14 | 19 | 14 |

Tabla 1. Número total de dispositivos en manuales de 4º de ESO (2008)

De los datos de la Tabla 1 se deduce que, en general, el número de dispositivos que muestran los libros de texto es más bien reducido. En el mejor de los casos (SM) se pueden localizar 26, aunque sólo dos manuales de los diez (SM y Anaya) rebasan los 20. La mayoría oscila entre 10 y 20, excepto uno (Guadiel) con 7, cifras escasas para libros que suelen tener unas 250 páginas.

Cabe reseñar que, aunque hay dispositivos que no se repiten mucho, dos de ellos hacen unanimidad entre los manuales. Se trata de la prensa/elevador hidráulicos y el motor de explosión (Tabla 3). Por otra parte, en la lista general de 56 dispositivos de la Tabla 3, y teniendo en cuenta los temas del programa de la asignatura, se echan de menos algunos muy familiares al alumno que podrían tener cabida (p.ej. mando a distancia), al tiempo que se constata la poca representación de otros de relevancia cotidiana (p.ej. micrófono, placas termosolares).

ETAPA B: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación hemos analizado las presentaciones de los dispositivos anteriores. Lo primero a señalar es que todas ellas siguen una línea de corte tradicional, es decir, el dispositivo figura como ejemplo de la teoría, mostrando también la utilidad práctica de ésta por poder materializarse en un instrumento. Se comprende, pues, que aparezca en la exposición tras la teoría.

De todas maneras, pueden constatarse situaciones diferentes. A grandes rasgos, hemos comprobado que las presentaciones podrían encajar bien en alguna de las tres modalidades siguientes:

(a) Con protagonismo frente a la teoría

Algunas veces se advierte interés en explicar el dispositivo por sí mismo, manteniendo la vinculación a su base teórica. Como consecuencia, se presta una especial atención al funcionamiento, que gana peso en la exposición. Lo habitual es que el título sea referido al nombre del dispositivo. Así el protagonismo de éste alcanza un máximo.

En estos casos es frecuente ver la exposición del dispositivo ubicada en un recuadro o en una sección fija complementaria de la unidad. Por ejemplo, “Ciencia aplicada” (en SM), “Ciencia y sociedad” (en McGraw-Hill). También suele aparecer en el núcleo fundamental de la unidad ocupando un apartado o un subapartado. Por ejemplo, la prensa hidráulica, un clásico que supone la materialización del principio de Pascal y muestra una estrecha relación fundamento-dispositivo.

Conviene aclarar que el criterio para incluir una exposición en esta categoría no es la extensión concedida, sino la presencia de elementos esenciales del dispositivo, como el funcionamiento. Y aunque muchas veces coinciden, otras, una extensión superior va unida a graves deficiencias expositivas.

(b) Como simple ejemplo de la teoría

El dispositivo aparece totalmente subordinado a la teoría, como puro ejemplo del concepto que constituye su fundamento. Por ello va siempre a continuación de éste. Son casos en que la presencia del dispositivo suele ser muy escueta y no pasar de unas cuantas líneas. Pero a veces ofrecen la información esencial sobre el mismo.

Así, tras exponer un concepto, ley o fenómeno se explica brevemente algún aparato relacionado con ellos. Es lo que vemos con más frecuencia en los manuales. En estos casos el título bajo el que aparece el dispositivo se refiere a un concepto o ley, y otros a la aplicación de algún proceso o agente físico. Por ejemplo “Energía solar”: “*La energía solar térmica de baja temperatura. Se basa en el calentamiento de un fluido en un colector solar. Se aprovecha para tener agua caliente en edificios pequeños*” (SM, p.120); “Las máquinas de la luz. Radio y TV”: “*Son aparatos complejos que transforman el sonido y las imágenes en OEM de frecuencias intermedias que pueden ser enviadas a grandes distancias*” (Anaya, p.125).

Puede también ocurrir que sólo se mencione algún componente del dispositivo y se indique su finalidad, faltando información tan esencial como el funcionamiento. Por ejemplo, “*El hidrógeno se utiliza en unos dispositivos de nominados pi las de combustión que se utilizan como fuente de energía en la industria aeroespacial y, más recientemente, en algunos automóviles*” (Santillana, p.248).

(c) Sin ser considerado dispositivo

El dispositivo no se pone como ejemplo de la teoría, sino una característica del mismo que, además, no es propia del dispositivo y podría encontrarse en otros objetos (p.ej. en Oxford, p.191, al tratar los plásticos aparece una fotografía cuyo pie dice: “*Impresora fabricada con un biopolímero que proviene del maíz*”). En todos estos casos el dispositivo no se trata como tal, pues se presenta de forma muy limitada y con ausencia de información sobre sí mismo y su funcionamiento.

| EDITORIAL | SM | Bru. | Oxf. | Ana. | Edel. | Guad. | Edit. | McGr. | Sant. | VV. |
|------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nº dispos. tipo (a) | 20 (26) | 10 (16) | 2 (16) | 6 (22) | 6 (10) | 5 (7) | 4 (10) | 4 (14) | 6 (19) | 7 (14) |

Nota: Se incluye entre paréntesis el nº total de dispositivos.

Tabla 2. Número de dispositivos tipo-a en manuales de 4º de ESO (2008)

En resumen, la modalidad-a, que le concede al dispositivo elegido la máxima atención, deja traslucir la influencia en el manual del enfoque didáctico ciencia-tecnología. Por tal motivo hemos señalado para cada manual (Tabla 2) el número de dispositivos tipo-a frente al número total. Así podremos tener una idea acerca del interés en su enseñanza. Otra cosa es la calidad de lo expuesto, que a veces se muestra francamente escasa (p.ej. la cámara termográfica, Bruño p.211).

Los datos de la Tabla 2 señalan una escasa presencia de dispositivos de modalidad-a. La gran mayoría de los manuales no llega a 10 y sólo dos (SM y Bruño) alcanzan o superan esta cifra. Destaca alguna editorial (Oxford) con un porcentaje mínimo (13%) de este tipo de dispositivos. Dentro de la misma tendencia, encontramos también otras editoriales como Anaya y McGraw-Hill, esta última pese a tener una sección propia, pero la suele utilizar para describir fenómenos y acoger relatos históricos.

CONCLUSIONES

- A juzgar por el número de dispositivos relativamente modesto que aparece en los manuales (Tabla 1), debe concluirse que, salvo excepciones, los dispositivos como objetos de enseñanza no están plenamente utilizados.
- Entre los dispositivos que ofrecen los manuales (Tabla 3) faltan algunos muy familiares al alumno y en cambio están presentes otros más espectaculares o de última generación.
- La categorización puesta a punto puede ser aplicable sin grandes dificultades a las presentaciones de dispositivos en los libros de texto.
- La presentación de los dispositivos responde a varias tipologías. En la mayor parte de los casos aparece el dispositivo como simple ejemplo de la teoría frente a aquellos otros en que alcanza un relevante protagonismo (Tabla 2).
- En algunos manuales, en cambio, se aprecia un mayor equilibrio entre la teoría y el ámbito contextual, lo que refuerza una enseñanza encaminada hacia la alfabetización científica.

BIBLIOGRAFÍA

- AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Acevedo, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44.
- Caamaño, A. (Coord.) (2005). Contextualizar la ciencia. *Alambique*, 46.
- Cajas, F. (1999). Public understanding of science: using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, 21(7), 765-773.
- Cañal, P., Criado, A. (2002). ¿Incide la investigación didáctica de las ciencias en el contenido de los libros de texto escolares? *Alambique*, 34, 56-65.

Fernández-González, M., Torres-Gil, A. J. (2006). Los dispositivos tecnológicos cotidianos como objetos de enseñanza. En A. L. Cortés y M. D. Sánchez (Eds.), *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (18, pp. 1-8). Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Marco-Stiefel, B. (2000). La alfabetización científica. En J. Perales y P. Cañal (Dirs.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 141-164). Alcoy: Marfil.

MEC (Ministerio de Educación y Ciencia) (2007). Real Decreto 1631/2006 sobre enseñanzas mínimas de la E.S.O. *BOE* 05-01-2007.

Rahm, J. (2004). Multiples modes of meaning-making in a science center. *Science Education*, 88(2), 223-247.

ANEXO

| DISPOSITIVO | EDITORIAL | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|------|
| | | | | | | | | | | |
| 1.Acumul. (Batería) | | Bru.* | | | | | | | | |
| 2.Aerodeslizador | SM* | Bru.* | | | | | | | | |
| 3.Aerogenerador | SM* | | | | Edel. | | Edit. | | Sant.* | |
| 4.Airbag | | | | | | | | | | VV.* |
| 5.Alcoholímetro | SM* | | | | | | | | | |
| 6.Altavoz | | | Oxf. | Ana. | | | | | | |
| 7.Avión | | | | | | | | McG. | | VV.* |
| 8.Batiscafo | SM | | | | | | | McG. | | |
| 9.Bombilla | | | | Ana. | | | | | | |
| 10.Caleidoscopio | | | | | | | | | Sant. | |
| 11.Calientamanos | SM* | | | | | | | | | |
| 12.Cámara fotográf. | | | | | Edel.* | | | | Sant. | VV. |
| 13.Cambio marchas | SM* | | | | | | | | | |
| 14.Cinta transportad. | SM | | | | | | | | | |
| 15.Convert. catalít. | SM* | Bru.* | | Ana. | | | | | | VV. |
| 16.Ecógrafo | SM | | | Ana. | | | | McG. | Sant. | |
| 17.Elev./Prensa hidr | SM* | Bru.* | Oxf.* | Ana.* | Edel.* | Guad.* | Edit.* | McG.* | Sant.* | VV.* |
| 18.Freno hidráulico | SM* | | | Ana.* | Edel.* | Guad.* | | McG.* | Sant. | VV.* |
| 19.Frenos ABS | | | Oxf. | | | | | | | |
| 20.Frigoríf./BombaQ | SM* | Bru.* | | | Edel.* | Guad.* | | | Sant.* | VV. |
| 21.Generador/Dinamo | | | | | Edel. | | | | Sant. | |
| 22.Globo/Dirigible | SM* | Bru. | Oxf. | | | | Edit.* | McG. | Sant. | VV. |
| 23.GPS | | Bru. | Oxf. | | | Guad.* | | | Sant. | |
| 24.Grabadora | | | | Ana. | | | | | | |
| 25.Horno microondas | | | Oxf. | Ana. | | | | | Sant. | VV.* |
| 26.Impresora | | | | Ana. | | | | | | |
| 27.Juguete (Pato deJ.) | SM* | | | | | | | | | |
| 28.Juguete de cuerda | | | Oxf. | | | | | | | |
| 29.Láser | SM* | | | Ana. | | | | McG.* | | |
| 30.Lavadora | | | Oxf. | | | | | | | |
| 31.Máquina de vapor | SM* | Bru.* | Oxf. | Ana. | Edel.* | | Edit.* | | Sant.* | VV. |

| DISPOSITIVO | EDITORIAL | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 32. Martillo pilón/grúa | SM | | | | | | | McG. | | |
| 33. Micrófono | | | | Ana. | | | | | | |
| 34. Motor combust.int. (Explosión / Diesel) | SM* | Bru.* | Oxf. | Ana.* | Edel.* | | Edit.* | McG.* | Sant.* | VV. |
| 35. Motor de reacción | SM* | Bru.* | | | | | | | | |
| 36. Muñeco tentetieso | | | | | Edel. | | | | | |
| 37. Olla exprés | | | | | | | Edit. | McG. | | |
| 38. Periscopio | | | | | | | | | Sant. | |
| 39. Pila de combust. | SM* | | | Ana. | | | | | Sant. | |
| 40. Pilas ordinarias | | Bru.* | | | | | | McG. | | |
| 41. Placa fotovoltaica | SM | | Oxf. | | Edel. | Guad. | Edit. | | Sant.* | |
| 42. Placa termosolar | SM* | | | | | Guad. | | | | |
| 43. Plancha eléctrica | | | Oxf. | | | | | McG. | | |
| 44. Poleas | SM* | Bru. | Oxf.* | Ana.* | | | | | Sant. | VV.* |
| 45. Polipasto | | | Oxf. | Ana.* | | | | | | VV.* |
| 46. Radio y TV | | | | Ana. | | | | | | |
| 47. Sónar | SM | | | Ana. | | | Edit. | McG. | Sant. | |
| 48. Submarino | SM* | Bru. | | Ana. | | | Edit. | McG. | Sant. | |
| 49. Taladro eléctrico | | | | | | | | | | VV. |
| 50. Teléfono móv. | | Bru. | | Ana. | | | | | | |
| 51. Timbre | | | Oxf. | | | | | | | |
| 52. Tornillo Arquím. | | Bru. | | | | | | | | |
| 53. Torno | | | | Ana.* | | | | | | |
| 54. Turbina | SM* | | Oxf. | | | | Edit. | | | |
| 55. Ventilador | | | | Ana. | | | | | | |
| 56. Visor de IR / Cámara termográfica | | Bru.* | | | | Guad.* | | | | |
| TOTAL DE DISPOSITIVOS | 26 | 16 | 16 | 22 | 10 | 7 | 10 | 14 | 19 | 14 |

Nota: Los dispositivos tipo-a se han marcado con un asterisco.

Tabla 3. Dispositivos en manuales de 4º de E.S.O. (2008)

Las preguntas de los alumnos: Una vía motivadora para conseguir el conocimiento escolar sobre los seres vivos y el desarrollo de competencias

De las Heras Pérez, M.A., Jiménez Pérez, R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Huelva

angeles.delasheras@ddcc.uhu.es

RESUMEN

Con el presente trabajo nos proponemos analizar la secuencia de actividades llevadas a cabo durante la puesta en práctica de una unidad didáctica investigativa sobre los seres vivos. El punto de partida son las inquietudes que poseen hacia el conocimiento del entorno próximo y su propio conocimiento cotidiano. Estas actividades son propuestas para dar respuesta a las cuestiones que van proponiendo los alumnos a medida que se desarrolla la unidad. Se presentan resultados sobre la motivación que les causa el proceso y sobre el cambio y adquisición del conocimiento científico-escolar.

Palabras clave

Seres vivos, metodología indagativa, Educación Primaria, Competencias básicas

INTRODUCCIÓN

El trabajo que presentamos forma parte de un estudio más amplio sobre las dificultades y obstáculos del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de ser vivo en un aula de tercer ciclo de primaria. En esta ocasión nos detenemos en el análisis de las inquietudes de los niños por saber sobre los seres vivos y cómo estas son el motor para reestructurar su conocimiento cotidiano en base al conocimiento científico-escolar. En concreto presentaremos la secuencia que se desarrolla desde la presentación de la temática hasta el final. Cómo esto es consecuencia de la motivación despertada en el alumno por cuestiones como partir de sus propios interrogantes, trabajar en un entorno cotidiano, mediante la indagación de interrogantes, las respuestas como preguntas, etc, se pone de manifiesto con la presentación de los resultados obtenidos al aplicar diferentes herramientas de recogida de datos y su análisis.

Se ha escrito mucho sobre las dificultades que entraña el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias. Hay autores que resaltan como causa la disparidad existente entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001). Otros lo achacan a las diferentes representaciones que construyen los alumnos acerca del mundo natural y las correspondientes representaciones científicas (García y Sanmartí, 1998). También se ha hablado de que las ciencias no se aprenden en su contexto (Garrido y Galdón, 2003), y sobre todo de los contenidos que se enseñan (Sanmartí y Izquierdo, 1997). Habría que tener muy presente a la hora de elegirlos, a quién van dirigidos y para qué, es decir, con qué fin. También se ha hecho manifiesta esta dificultad en el sentido de que hasta hace poco tiempo el profesor actuaba como mero transmisor de conocimientos, desempeñando su trabajo como si la mente de los alumnos fuesen receptáculos vacíos. Sin embargo, hoy día se sabe que los alumnos mantienen un conjunto de ideas previas o preconcepciones y se

sabe que deben tenerse en cuenta para conseguir un aprendizaje significativo de las ciencias (Campanario y Otero, 2000; Cubero, 1997).

Todas estas premisas, un currículo negociado y coherente, aprender desde el contexto próximo, tener en cuenta las ideas previas, etc, quedan resueltas con el uso de una metodología investigativa. Así, autores como Cañal, Pozuelos y Travé, (2005) proponen la organización del currículo en torno a la investigación de problemas reales, cotidianos, cercanos o lejanos en el tiempo o en el espacio, pero que despiertan interés y son asumidos como tales para ser explorados por los escolares. Además, presentar el currículo desde la habilidad didáctica de saber construir el sentido que tienen los conocimientos para la propia vida del alumno, es fundamental para conseguir la motivación de los mismos (Perrenoud, 2004). El interés del tema queda patente en las preguntas formuladas por los alumnos, que se traducen en los problemas a investigar. Son numerosos los expertos que le dan importancia a estas preguntas, ya que ven en ellas una vía para favorecer una actitud activa. Así, nos planteamos la necesidad de partir de las motivaciones de los alumnos que se concretan en las preguntas formuladas. Según lo anterior, ésta puede ser la forma de trabajar el currículo que más facilite a los alumnos el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto es lo que nos hace tratarla como nuestro referente.

Pero a veces, los intereses del alumno distan mucho de los intereses del currículo, por lo que hay que conseguir, y es ahí donde el docente tiene un papel fundamental, que los conocimientos adquiridos sobre los objetos de estudio concretos se estructuren en torno a los problemas teóricos principales (Cañal, 2003).

En el caso concreto del estudio de los seres vivos en los niveles educativos iniciales hay que conseguir vincularlo con el medio donde viven, de manera que se produzca un conocimiento significativo para el que aprende (Garrido y Martínez, 2009). En cualquier caso, debemos abandonar el enfoque enciclopédico sobre los seres vivos y seleccionar un conocimiento más útil y adecuado a la etapa de primaria (Cañal, 2003), para conseguir un conocimiento relevante, significativo y funcional, y así obtener modelos biológicos que faciliten la comprensión de la realidad (Cañal, 2008). De esta forma, está claro que para los alumnos de primaria lo más fácil es trabajar el ser vivo tal y como lo perciben sus sentidos, es decir, a nivel de organismo, que por otro lado, es a este nivel al que corresponden la mayoría de las experiencias que el niño ha tenido con ellos (Cañal, 2003). Esto se afianza aún más, si se trabaja con los seres vivos del entorno (Cañal, 2008). Además, nos permite introducir el concepto de interacción de los seres vivos con el medio en el que viven y con otros seres vivos, desarrollando un conocimiento dinámico de los mismos (Gómez *et al.*, 2005).

Estamos de acuerdo con Cañal (2008) en el sentido de que “se debe priorizar sobre la construcción de esquemas de conocimiento y modelos biológicos que faciliten la comprensión de la realidad, por lo que se debe empezar por trabajar sobre problemas específicos relacionados con el entorno más próximo”. En este sentido, se decide organizar el estudio de los seres vivos partiendo de un medio concreto y cercano en el que se ubica el centro escolar. Despertando el interés del alumno, además, por ser un medio conocido para él.

Es fácil aunar este tipo de procedimiento con lo que promulga el Proceso de Bolonia, el trabajo del currículo por competencias. Éste persigue que los alumnos pasen del “saber al saber hacer”, contemplado a su vez en los decretos de enseñanzas mínimas tanto de primaria como de secundaria. La Competencia Científica o de habilidad para interactuar con el medio físico, tanto en los aspectos naturales como en los generados por el hombre, debe capacitar al alumno para que partiendo de unos conocimientos básicos aprendidos desde su entorno próximo, puedan ser extrapolados a otras situaciones problemas que se presenten (Cañas *et al.*, 2009). La competencia de Aprender a Aprender supone que los escolares deben autorregular su aprendizaje, siendo conscientes de lo que

están aprendiendo y de cómo lo están aprendiendo, de los errores que comenten y de cómo deben, en definitiva, regular su acción (Márquez y Sardá, 2009). A pesar de lo fundamental que nos parece el trabajo y la adquisición de todas las competencias que recoge el decreto de primaria, con el desarrollo de esta propuesta básicamente se trabajan, la Competencia Científica y la Competencia de Aprender a Aprender.

FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA

Características y fases de desarrollo

La propuesta de unidad didáctica que se describe a continuación de forma resumida, se aplica en un curso de quinto de primaria durante las horas relativas a la asignatura de Conocimiento del Medio (Fig. 1). En esta unidad didáctica ubicamos el estudio de los seres vivos a partir de un ecosistema próximo, la marisma, que fue nuestro sistema de referencia a partir del cual se generó la trama para el estudio. El contexto escolar al que pertenece el centro propicia en buena forma esta opción de trabajo. Se trata de un centro ubicado en un entorno rural, lo que permite el contacto con la naturaleza y con los seres que la forman, lo cual no quiere decir que pueda ser realizada, con las adaptaciones requeridas, en otros contextos escolares.

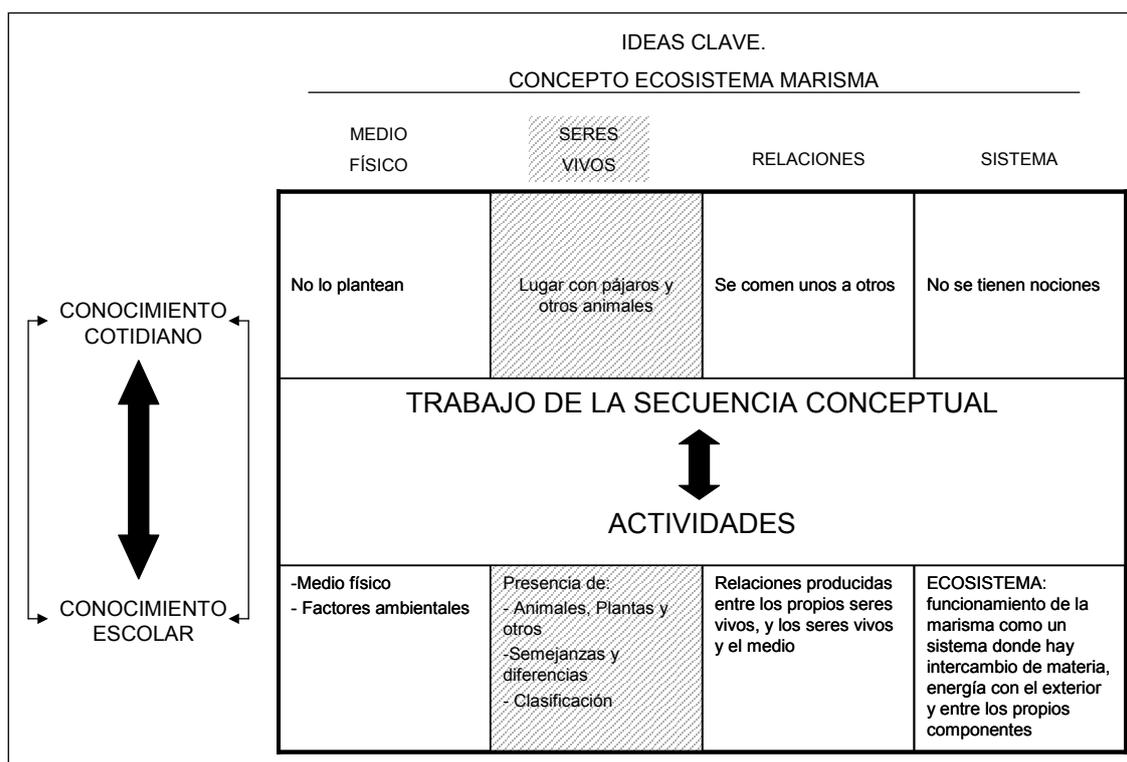


Figura 1. Formulación de la propuesta. Con trama rayada la que se va trabajar en este caso.

En el proceso de planificación de esta unidad se comienza, siguiendo a De Pro y Saura (2007), por llevar a cabo un análisis del contenido científico objeto de enseñanza. En este sentido, una vez conocido lo propuesto en el currículo oficial, se consultan fuentes documentales y se hace una representación de lo que vamos a trabajar con los alumnos. Esta representación se hace explícita en un mapa conceptual que nos permite revisar y poner en orden la secuencia. En la Fig. 2 se concreta sólo la secuencia planteada con respecto a los seres vivos. Como se ha indicado anteriormente, estos

contenidos curriculares se trabajan desde el entorno próximo del alumno, consiguiendo así una máxima implicación y una gran motivación al partir desde lo cotidiano y conocido.

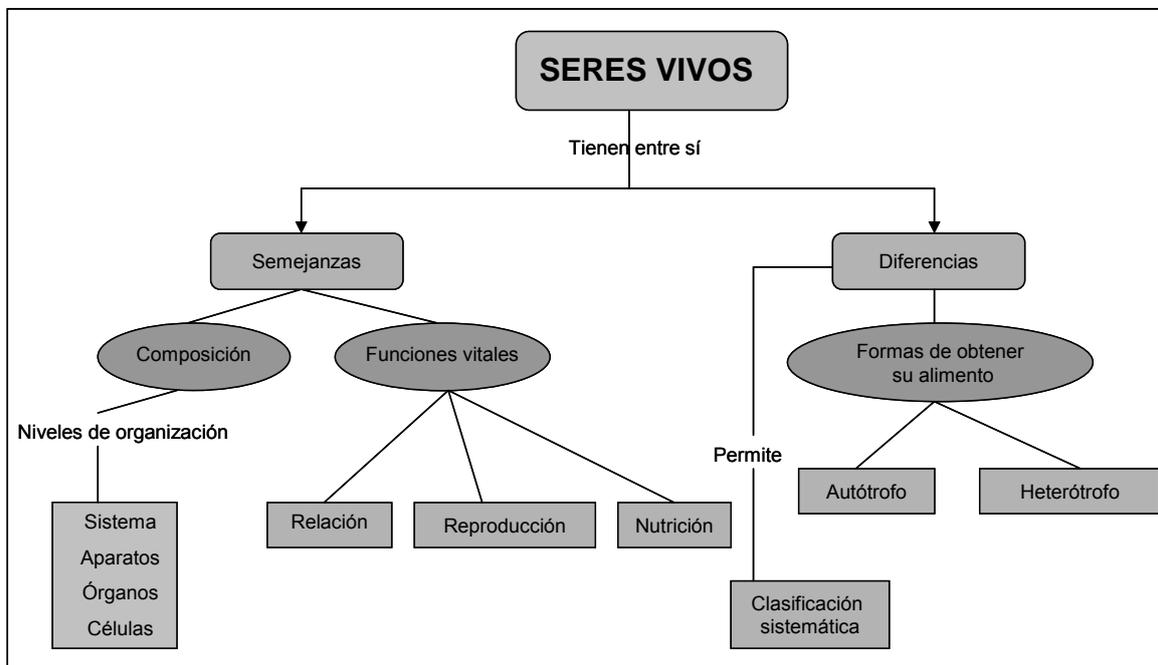


Figura 2. Secuencia conceptual teniendo en cuenta el currículo de este nivel educativo y el análisis de fuentes documentales.

Una vez concretada la trama conceptual a estudiar, el objetivo de partida es conseguir la implicación de los alumnos en el proceso, de manera que formulando preguntas según su interés, le dieran respuestas evidentes, es decir, fundamentadas en su propia experiencia (conocimiento cotidiano), y a partir de ahí y mediante la realización de diferentes tareas asociadas a bloques de actividades, llegar a relacionar y reestructurar su conocimiento de partida, para conseguir la construcción de su conocimiento científico-escolar. De esta forma, se generó una trama de preguntas y respuestas trabajando desde lo inmediato, para pasar a generalizar esos conceptos (Fig. 3), sin apartarse de los intereses de los alumnos, hasta estudiar los diferentes contenidos incluidos en la unidad.

En definitiva, no se trata de una resolución que suponga un camino directo e inmediato, sino a través de la retroalimentación de los interrogantes que da un mayor valor didáctico al proceso.

Durante el desarrollo de la propuesta observamos cómo a partir del análisis y trabajo de las preguntas iniciales se van generando otras que surgen de la propia motivación del alumnado hacia el proceso y hacia el conocimiento de nuevos hechos. De esta forma, podemos poner en evidencia el trabajo de la competencia de aprender a aprender.

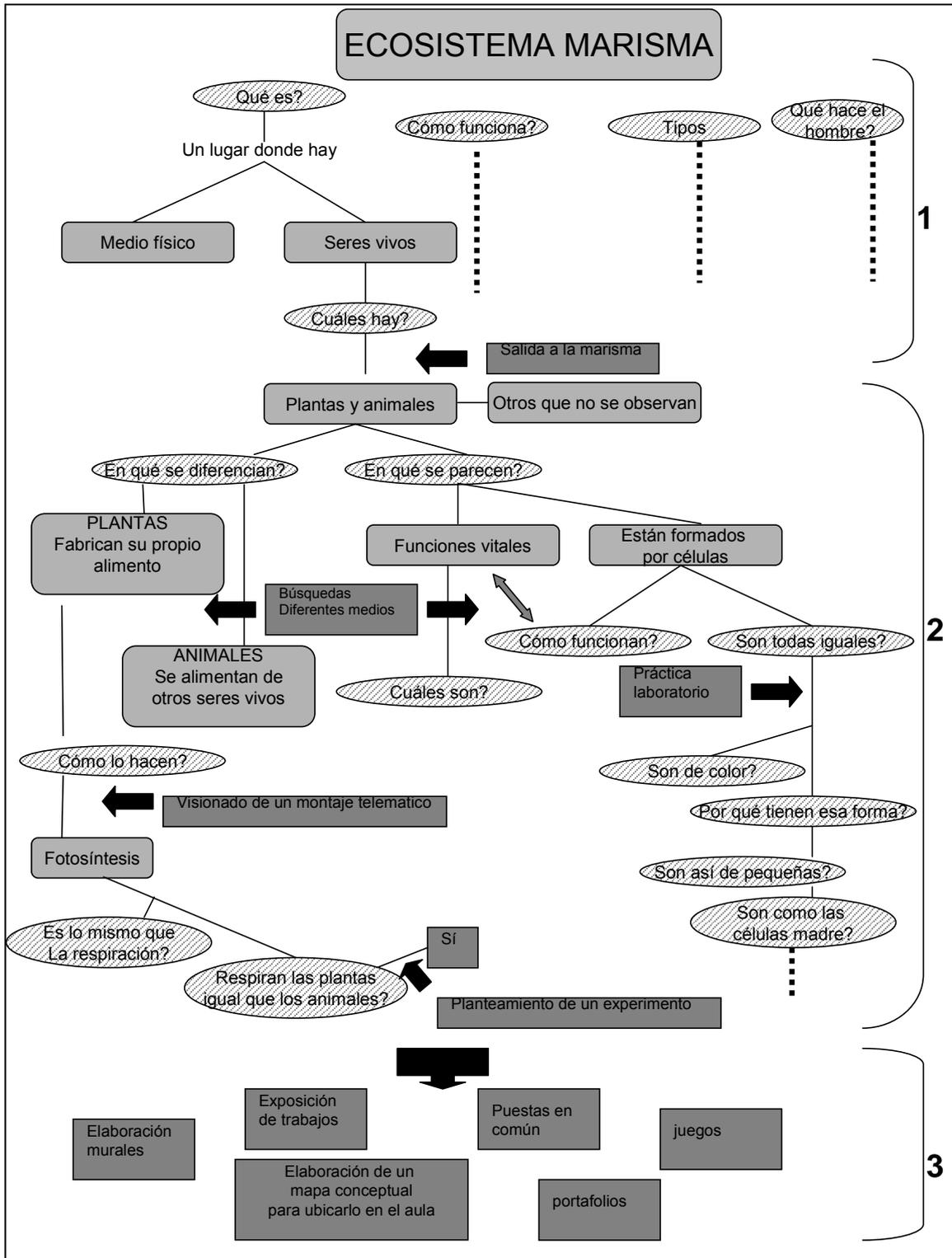


Figura 3. Secuencia de las preguntas de los alumnos (trama rayada) y actividades realizadas para dar respuesta a las mismas. Las actividades están organizadas dentro de bloques que se corresponden con actividades de iniciación (1), actividades de indagación o investigación escolar (2) y por último, actividades de síntesis y evaluación (3). En este sentido hay que indicar que esta última se tiene en cuenta durante todo el proceso mediante la observación.

Recogida de datos

En cuanto a la recogida de datos del proceso hay que indicar que se llevó a cabo tanto antes de empezar la puesta en práctica de la unidad, como durante y al final de la misma. En concreto, todo el proceso iba encaminado a analizar tres categorías: motivación, metodología y contenidos.

Al principio de la unidad y con el fin de poder concretar cuál era el conocimiento de partida de los alumnos se realizó un test de ideas previas. El análisis estadístico de este instrumento de recogida de datos, al que previamente se le había asignado un sistema de categorías, nos reveló información muy interesante que unida a los fines del currículo nos permitió planificar la secuencia.

Durante la secuencia se utilizó, para la recogida de datos, un diario realizado por la investigadora. Se trata de un instrumento en el que se describe lo acontecido durante la clase. Se convierte en una herramienta de autoevaluación, considerada como un elemento imprescindible para la reflexión sobre la acción. Previo al análisis de los datos hubo que codificarlo.

Al final del proceso, son cuatro los instrumentos utilizados para la toma de datos. Por un lado, se realiza un test final para poner de manifiesto el cambio en cuanto a los conceptos aprendidos. Éste junto a un cuestionario final son analizados estadísticamente mediante un test de frecuencias. Además, se establece un grupo de discusión con el grupo aula y una entrevista a la maestra, que había permanecido como observadora durante el proceso. Ambos, se transcriben y codifican, siendo analizados.

RESULTADOS

Comenzando por los resultados obtenidos al categorizar el test previo, se pone de manifiesto cómo los conocimientos de partida referidos a conocimiento cotidiano, siguen la misma línea de lo que se ha podido comprobar en la literatura. En este sentido la mayor parte de los niños consideran al hablar de seres vivos sólo a los animales, habiendo muy pocas alusiones a las plantas; al preguntarles qué tienen en común todos los seres vivos recitan el estereotipo “nacen, crecen, se reproducen y mueren” sin interiorizar cuál es el significado; generalizan lo vivo o la existencia de vida con el movimiento; la mayor diferencia entre animales y plantas es el movimiento; las plantas se alimentan por las raíces, deduciéndolo a semejanza de que los animales introducen su alimento por la boca; las plantas no respiran o lo hacen de forma contraria a los animales, etc.

Al analizar el test final se observa cómo la mayoría de los niños han reestructurado estas concepciones y han adquirido el conocimiento escolar trabajado. El hecho de que el uso de la metodología indagativa empleada, haya tenido que ver en este cambio, se constata al analizar los resultados obtenidos con el resto de instrumentos. Así, más del 75% de los niños afirman que la forma de plantear el tema y las clases les ha parecido divertida, interviniendo en todo momento y donde sus opiniones han sido oídas. También destacan la idoneidad de utilizar gran variedad de recursos didácticos y haberse apartado del libro de texto. Destacan igualmente el tipo de actividades realizadas, el trabajo en grupo que les ha permitido aprender de sus compañeros, las actividades de salida del aula, la recopilación de información a partir de las personas cercanas y del entorno, la evaluación tan diferente. Tanto los alumnos como la maestra observadora comentan que ha sido una forma diferente de trabajo y muy motivadora. Se pone de manifiesto la motivación hacia el proceso, la satisfacción del alumnado tanto por las actividades novedosas como por el desarrollo de la unidad en sí. Destacan la satisfacción por lo que han aprendido.

El proceso permite poner en evidencia cómo el trabajo indagativo, mediante búsqueda de información que genera nuevas inquietudes y preguntas facilita la adquisición de la competencia de “Aprender a Aprender”. Es una forma de despertar en el alumno la necesidad de seguir

aprendiendo, con autonomía e iniciativa personal. La competencia Científica también se puso de manifiesto con la extrapolación de lo aprendido a otros ecosistemas próximos.

ALGUNAS REFLEXIONES FINALES

El entusiasmo, el interés y la motivación de los niños, muestran que el proceso ha sido productivo y merece la pena en todos los sentidos.

Se constata la importancia de la planificación realizada, donde se afiance el desarrollo de la motivación inicial, con hechos o situaciones cercanas conocidas, de manera que nos puede permitir trabajar su visión desde otro punto de vista, esto es, a través del cuestionamiento de la percepción simple del medio y pasando a otra más explicativa y racional. Esta situación es constructiva si posibilitamos que los alumnos sean capaces de replantearse nuevos interrogantes, siendo éste el “motor” del desarrollo escolar.

Por últimos, consideramos también la importancia no sólo de la reflexión sobre la acción como uno de los factores más útiles en el desarrollo profesional y para la nueva acción, sino de la reflexión en la acción, que permite ser diestros en la intervención para concluir los objetivos que nos proponemos y promover la autorregulación del aprendizaje, al contrario por lo que se tacha la utilización de esta metodología, la necesidad de mucho tiempo. Posiblemente, abarcar todos los contenidos no sea el objetivo fundamental, sino promocionar las Competencias de Aprender a Aprender y de Pensamiento Científico.

BIBLIOGRAFÍA

Campanario, J. M., Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 155-169.

Cañal, P. (2003). ¿Qué investigar sobre los seres vivos? *Investigación en la Escuela*, 51, 27-38.

Cañal, P. (2008). Proyecto curricular investigando nuestro mundo (6-12). Investigando los Seres Vivos. Díada Editorial. Sevilla.

Cañal, P., Pozuelos, F., Travé, G. (2005). Proyecto curricular investigando nuestro mundo (6-12). Descripción general y fundamentos. Díada. Sevilla.

Cañas, A., Martín, M. J., Niedo, J. (2009). Definición y Secuenciación de la competencia científica en la LOE. *Aula de Innovación Educativa*, 186, 7-9.

Cubero, R. (1997). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Diada Editorial.

De Pro, A., Saura, O. (2007). La planificación: un proceso para la formación, la innovación y la investigación. *Alambique*, 52, 39-55.

Galagovsky, L., Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 231-242.

Garrido, M., Martínez, S. (2009). ¿Qué enseñar sobre los seres vivos en los niveles educativos iniciales? *Aula de Innovación Educativa*, 183-184, 34-36.

García, M. P., Sanmartí, N. (1998). Las bases de orientación: un instrumento para enseñar a pensar teóricamente en Biología. *Alambique*, 16, 8-20.

Garrido, J. M., Galdón, M. (2003). *Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica*. Grupo Editorial Universitario.

Gómez, A., Sanmartí, N., Pujol, R. (2005). Construcción de explicaciones causales en la escuela primaria: los seres vivos en interacción con el medio. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, VII congreso.

Márquez, C., Sardá, A. (2009). Evaluar la Competencia Científica. *Aula de Innovación Educativa*, 186, 13-15.

Perrenoud, P. (2004). Diez nuevas competencias para enseñar. Editorial Graó, Barcelona.

Sanmartí, N., Izquierdo, M. (1997). Reflexiones entorno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la Escuela*, 32, 51-62.

Jugando y aprendiendo los animales en el Primer Ciclo de Educación Primaria

Gil Ros, M., de Pro Bueno, A.

CEIP Campoamor. Alcantarilla. Murcia

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

maripic@hotmail.com

RESUMEN

Este trabajo se centra en la descripción de los fundamentos utilizados para planificar una propuesta para la enseñanza de los animales en el primer ciclo de Educación Primaria. Tras revisar el currículum de Educación Primaria, se utiliza un modelo de planificación basado en la realización de seis tareas: análisis del contenido objeto de enseñanza, identificación de posibilidades del contexto, análisis de las dificultades de aprendizaje, selección de objetivos de aprendizaje, establecimiento de una secuencia de enseñanza y selección de estrategias de evaluación. En esta aportación resumimos los resultados de dichas tareas.

Palabras clave

Educación Primaria. Innovación. Planificación. Animales. Aprendizaje.

ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La escuela nunca ha sido impermeable a lo que hay fuera de ella y, en los últimos años, se están encadenando una sucesión de cambios (sociales, familiares, culturales, tecnológicos...) que no son fáciles de “digerir” en la educación formal. Fenómenos como la universalización de la educación, la inmigración, la integración europea, la crisis económica, la globalización, el deterioro ambiental, la alfabetización digital... han creado un contexto muy diferente al que había no hace mucho tiempo.

Nos preocupa la aparente falta de sintonía entre lo que se hace en nuestras aulas y las necesidades de los niños de Educación Primaria. Esta “distancia” se hace más preocupante si consideramos que, en esta etapa educativa, se fraguan hábitos, valores, actitudes... que van a condicionar muchos conocimientos y comportamientos posteriores. Es cierto que “este plus” de responsabilidad es poco valorada (y no sólo por los que no conocen la escuela) pero la tenemos... y lo sabemos.

Desde luego, creemos que no es posible que los niños aprendan hechos, conceptos, sucesos... sin que ellos o ellas tengan nada que aportar. Muchos contenidos se presentan descontextualizados, alejados de la realidad del alumnado. ¿Cómo se puede hablar, entonces, de interacción con el medio que les rodea o de conocimiento de sí, mismo, si sólo nos preocupa la memorización de la información recogida en un libro de texto?; ¿por qué y para qué trabajamos los conocimientos que enseñamos?; ¿son coherentes con las intenciones educativas que “proclamamos”?..

Siempre nos ha llamado la atención que, en muchas programaciones y trabajos de investigación, se citen términos o se defiendan principios muy complejos (“aprendizaje significativo”, “aprender a aprender”, “globalización”, “constructivismo”, “aprendizaje cooperativo”...). Es fácil utilizar estas etiquetas y bastante ingenuo creer que sólo con nombrarlas ya las estamos llevando a cabo. ¿Para qué queremos conocer las ideas y los conocimientos previos de los niños?; ¿adecuamos a ellas nuestras actuaciones?; ¿diseñamos materiales personalizados para el alumnado o usamos “los de

siempre”?; en el caso de las ciencias, ¿se enseña a los niños a observar, emitir conjeturas, experimentar, comunicar... o sólo a saber “nombres de cosas”?; ¿sabemos cómo usa lo que les hacemos aprender cuando salen del aula?...

A menudo, entre los maestros comentamos, lo mal organizados que están los temas en el libro de texto, la amplitud del programa, el aburrimiento que producen las actividades planteadas... En realidad, deberíamos pensar si nosotros, al margen de estos materiales, somos capaces de hacer “algo diferente”. Creemos que debemos proponer actividades en las que los niños sean los verdaderos protagonistas, se diviertan, se sientan motivados por aprender, tengan curiosidad por descubrir y, lo más importante, sean capaces de percibir que están aprendiendo.

Es evidente que un proyecto de innovación no puede responder a todas nuestras preocupaciones. Por ello, nos propusimos el diseño, aplicación y evaluación de una propuesta de enseñanza para un tema de la asignatura Conocimiento del Medio en el primer ciclo de la Educación Primaria. En este trabajo, por motivos de espacio, sólo nos centramos en la propuesta diseñada y en sus fundamentos.

La temática elegida fue los animales. Nuestra experiencia nos dice que los niños, con independencia del entorno en el que vivan, manifiestan un gran interés y curiosidad hacia ellos. Les llama la atención y disfrutan enormemente con su observación, respeto y cuidado; en este sentido, pensamos aprovechar esta motivación natural. Por otro lado, hay una gran cantidad de recursos, actividades, experiencias, etc. que podemos utilizar, muchos de ellos, como veremos, de elaboración propia.

ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM OFICIAL DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Parece lógico que el primer paso en cualquier proceso de planificación sea la revisión del currículum oficial. La LOE (2006) ha introducido elementos novedosos sobre los que ya nos hemos pronunciado (Pro, A. y Miralles, P. 2009). La inclusión de las competencias, las modificaciones de contenidos y de su secuenciación, la reformulación de los criterios de evaluación... han creado unas coordenadas que condicionan la planificación de nuestra intervención en el aula.

En relación con el tema que nos ocupa hay alusiones a sus conocimientos en el Anexo 1, al definir la competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico. Pero es en el Anexo 2 del Real Decreto 1513/2006 de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, donde más claramente se concreta.

Así, en el apartado de Contenidos -Bloque 2- se habla de “La diversidad de los seres vivos”. En el Cuadro 1, recogemos los del primer ciclo puesto que hemos realizado nuestro trabajo en este nivel.

| Primer Ciclo |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Observación de múltiples formas de vida. Identificación de diferencias entre seres vivos y objetos inertes.- Observación directa e indirecta de animales y plantas. Clasificación según elementos observables, identificación y denominación.- Asociación de rasgos físicos y pautas de comportamiento de plantas y animales con los entornos en los que viven (camuflaje, cambio de color, grosor de pelaje, etc.)- Las relaciones entre los seres humanos, las plantas y los animales.- Desarrollo de hábitos de cuidado y respeto a los seres vivos.- Comunicación oral de las experiencias realizadas, apoyándose en imágenes y breves textos escritos. |

Cuadro 1. Contenidos del currículum oficial

Otro apartado que nos aporta información es el de los Criterios de evaluación, no sólo de los contenidos sino de la forma de enfocarlos o enseñarlos; lo hemos recogido en el Cuadro 2.

| Primer Ciclo |
|---|
| <p>2. Reconocer y clasificar con criterios elementales los animales y las plantas más relevantes de su entorno así como otras especies conocidas por la información obtenida a través de diversos medios.</p> <p>Este criterio trata de evaluar la capacidad para establecer criterios elementales de clasificación (tamaño, color, forma de desplazarse) e identificar animales y plantas por su pertenencia a alguno de los grupos establecidos. La utilización de diversas fuentes, sobre todo las obtenidas de medios tecnológicos, deberá ser muy dirigida por el docente pero requerirá que el niño o la niña sea capaz de integrar la información para su clasificación, con independencia de la fuente utilizada.</p> |

Cuadro 2. Criterios de evaluación del currículum oficial

A pesar de todo, ni este ni otro currículum nos ofrece la información necesaria para conocer qué enseñar en nuestras aulas, cómo hacerlo y cómo valorarlo. Por ello, necesitamos un modelo de planificación que nos ayude a ordenar y organizar nuestras ideas.

MODELO DE PLANIFICACIÓN

Para planificar nuestra acción didáctica, hemos usado el modelo de Sánchez y Valcárcel (1993), aunque lo hemos adaptado a nuestras necesidades. Tenemos precedentes en esta materia y etapa educativa (Pro, A. 2008) lo que, sin duda, supone un cierto respaldo para nuestro caso.

Tarea 1: Análisis del contenido objeto de enseñanza

En el nivel al que va dirigida nuestra propuesta –primer ciclo de Educación Primaria- hablar de conceptos, relaciones conceptuales, etc. creemos que no tiene sentido. Las características del alumnado de estas edades y probablemente las finalidades educativas de la etapa nos obligan a convertir nuestra materia en un “programa de actividades”, desarrolladas en torno a ideas más independientes y menos estructuradas que las que se podrían trabajar en tercer ciclo o en la Educación Secundaria. En la Figura 1 hemos representado los posibles contenidos que podíamos trabajar.

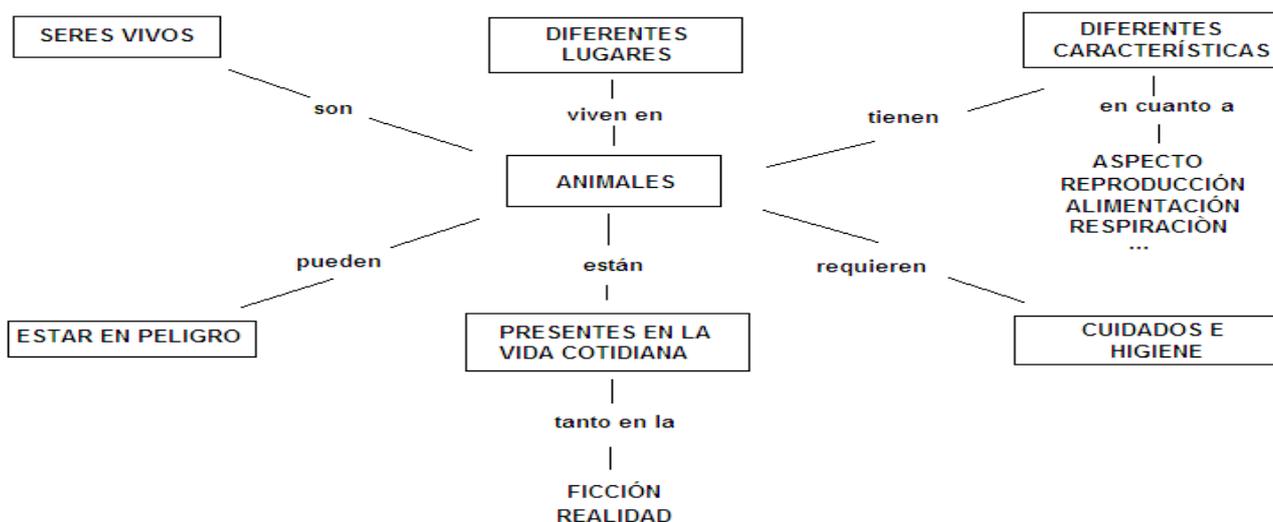


Figura 1. Posibles contenidos.

Lo que sí podemos especificar son las afirmaciones de conocimiento que podríamos trabajar con el alumnado; las hemos recogido en el Cuadro 3.

| Principales afirmaciones de conocimiento a compartir con el alumnado |
|---|
| Los animales son seres vivos. |
| Se mueven o se desplazan de diferentes maneras. |
| Los animales mamíferos tienen pelo, nacen del vientre de su madre y maman. |
| Las aves tienen pico, alas y plumas. Nacen de huevos. |
| Los reptiles tienen escamas, andan y reptan. Nacen de huevos. |
| Los animales domésticos viven en casa y nos hacen compañía. |
| Los animales de granja nos proporcionan alimentos. |
| Los animales salvajes los podemos ver en la selva, en circos, safaris y zoológicos. |
| Los animales nacen, crecen se reproducen y mueren. |
| La alimentación de los animales es variada; pueden ser carnívoros, herbívoros u omnívoros. |
| Los veterinarios son personas encargadas de curar a los animales. |
| Existen animales en peligro de extinción, es decir, quedan pocos ejemplares. |
| Es necesario mantener hábitos de higiene adecuados a la hora de cuidar a los animales. |
| Tener una mascota significa aceptar un compromiso de cuidado. Debemos alimentarla, educarla, pasearla, quererla y respetarla. |

Cuadro 3. Afirmaciones de conocimiento de la unidad didáctica

Tarea 2: Búsqueda de las posibilidades del contexto

En primer ciclo de la EP juega un papel fundamental las posibles experiencias, información, datos, etc. que podemos encontrar en el contexto más próximo al niño. Unas veces las tendremos presentes para identificar y comprender qué piensa, siente o cree el alumnado. Otras para llevarlas al aula y utilizarlas como recurso educativo. Las más para tener un referente actualizado de qué podemos y debemos compartir con nuestros estudiantes.

Hemos indagado en tres posibles fuentes de recursos: experiencias, comics y cuentos. Creemos que estos podían encajar en la filosofía y el enfoque que queríamos dar a nuestra propuesta.

a) Experiencias:

Nuestra labor profesional durante muchos años nos ha obligado a buscar y realizar actividades para el estudio de los animales. Además, hemos tenido la ocasión de consultar numerosos manuales que recogen experiencias que pueden realizarse en estos niveles educativos (“500 preguntas y respuestas sobre los animales”, “Curiosidades sobre los animales”, “Dinosaurios”, “Mamás y cachorros”, “Animales de granja”...) Creemos que todos ellos tienen un alto valor didáctico y motivador; de hecho, nos han ayudado a enganchar a los niños en la propuesta planteada. En el Anexo 1, hemos recogido algunos ejemplos.

b) Cómics:

Un recurso didáctico poco utilizado en la enseñanza de las ciencias es el cómic. Tras la lectura de algunas contribuciones que han estudiado las destrezas comunicativas que se ponen en juego con estos recursos (Pro, A. 2009), pensamos que podíamos incorporarlos a nuestra propuesta. Su proximidad al mundo infantil, su atractivo inicial, su facilidad de acceso, etc. pueden y deben aprovecharse. Además, no se debe olvidar que transmiten una información que no siempre resulta correcta desde una perspectiva científica, lo que “enfrenta” el conocimiento escolar con el que recibe fuera de la escuela. En el Anexo 2, hemos recogido algunas tiras que podíamos usar.

c) Cuentos:

El valor educativo y las posibilidades didácticas que nos ofrecen los cuentos, en ocasiones, se nos escapan en nuestras propuestas. Son elementos motivadores que nos permiten captar la atención del alumnado e introducir contenidos de manera más lúdica. En relación con el tema objeto de estudio, la lista podría ser interminable y, en todos ellos, se tiende a dotar de cualidades humanas a seres vivos que no las tienen. En el Anexo 3 se recogen, señalando qué temática se podría aprovechar.

Tarea 3: Identificación de las dificultades de aprendizaje

Hay características del pensamiento infantil que a priori condicionan su aprendizaje: supeditación a las percepciones, enfoque limitado a situaciones particulares, predominio de los cambios frente a estados permanentes, razonamiento causal lineal, conceptos indiferenciados, dependencia del contexto... (Bell, B. y Freyberg, P., Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. 2001). Parece lógico que se consideren de cara a la selección del contenido o de las experiencias que realicemos.

De Manuel y Grau (1996) realizaron una revisión de los estudios sobre las concepciones y dificultades del alumnado en la construcción del pensamiento biológico. En el prólogo de sus artículos ya señalaban algunas de ellas: “Las hormigas también respiran por pulmones, pero son más pequeñitos” o “un animal, cuando muere, queda completamente enterrado, después se deshace y las plantas se aprovechan con sus raíces para comer”. Aunque obviamente hablan de otras ideas alternativas, lo hacen sobre los seres vivos.

Según los autores, los conceptos más generales –ser vivo, célula, animal y planta- requieren una especial atención ya que, aunque muchas veces el profesorado los considera triviales, en la realidad condicionan muchas de las concepciones del alumnado. Así, han encontrado que es habitual identificar ser vivo y animal, y además asociarlo con el movimiento. De hecho, en muchas investigaciones, parece que los estudiantes lo asocian con el comportamiento (se mueve, parece que respira, come) más que con criterios fisiológicos (obtiene energía del medio, crece, reacciona ante estímulos) o morfológicos (tiene células, órganos internos, está constituido por materia orgánica).

Para estos autores pocas veces consideran el ser humano como un organismo animal. Es curioso porque las representaciones de muchos cómics, dibujos animados, películas, etc. ofrecen una idea antropocéntrica de la vida, lo que resulta un obstáculo en la adquisición de conocimientos. En este sentido, nos hemos planteado que si existe la “confusión” entre la realidad y la ficción, es preciso afrontarla; de hecho, realizamos actividades concretas en las que reflexionaremos críticamente sobre las “supuestas cualidades” asignadas, oficios, comportamientos, etc. que están muy alejados de los hechos y sucesos reales. Pero también es importante, la observación de “animales de verdad”: verlos en su hábitat, cómo se desplazan, cómo se comunican, cómo se organizan...

Hemos dejado las plantas a un lado. Creemos que, para afrontar las ideas alternativas de los seres vivos, es más fácil hacerlo desde “el reino animal”; están más próximos a ellos -les llama más la atención- y podemos aprovechar la asociación ser vivo y movimiento que antes apuntábamos.

Bell y Freyberg (2001) afirman que muchos consideran que las personas no son animales. Según estos autores, aunque el término animal está presente en una gran cantidad de libros de texto, no quiere decir que las concepciones de los alumnos y las del autor o las del profesor sean equivalentes. Realizaron una investigación con entrevistas semiestructuradas; mostraban unas tarjetas –en las que se habían dibujado gaviotas, vacas, arañas, gusanos...- y les pedía que señalaran los que eran animales.

Pues bien, sólo 4 de 39 respondían correctamente. Hubo niños que sólo consideraban como tales a los animales terrestres, los domésticos o los de un zoo. Las razones para ser animal iban desde el número de patas, el tamaño, su hábitat, el pelaje o la piel, y curiosamente la emisión de ruido.

Según los estudios de estos autores, los niños de 5 años tienen un criterio de clasificación sencillo (se hacen más complejo con la edad): o es animal o no; no existen los insectos, los mamíferos, los arácnidos... Es animal o no lo es. No consideran que haya grupos o subgrupos. Ante un letrero “No se admiten animales”, lo interpretan de forma restrictiva (“nosotros sí podemos entrar a comprar”).

Sin embargo, frente a esta visión restrictiva, piensan que el fuego, las nubes y el sol están vivos. Todo ello, se ve aún más reforzado al oír “cable vivo”, “Belén viviente”.... Como en otros muchos vocablos no coincide el significado científico y el cotidiano. Es preciso que el alumnado hable, discuta, argumente... ya que, si no lo hace, no podremos percibir sus ideas alternativas.

Gómez et al. (2006) consideran que, para trabajar cualquier ecosistema, es preciso hacerlo antes con el modelo “ser vivo”. Para estas autoras, en Educación Primaria, se deben considerar a los seres vivos –obviamente a los animales- como sistemas abiertos que intercambian energía y materia con el medio y, como resultado de ello, lo modifican (nutrición), captan y responden a estímulos (relación) y provienen de otros y transfieren sus características (reproducción). Establecen, pues, una relación entre organismo y el medio.

Si analizamos detalladamente estas ideas, podemos extraer algunas consideraciones interesantes. Por un lado, si esta concepción es deseable al terminar la etapa, debemos iniciar su adquisición en el primer ciclo. En segundo lugar, los tres ejes en los que debemos centrar las características de los animales –más allá de su aspecto para identificarlos- es en su alimentación (en el siguiente ciclo, hablaremos de nutrición), su reproducción y su adaptación al medio (forma de moverse, sonidos que emite, piel...). En tercer lugar, se deben introducir unos términos y un lenguaje apropiado que les permita comunicarse y acceder a más información.

Tarea 4: Selección de objetivos de aprendizaje

Con los análisis anteriores hemos visto qué posibilidades tenemos desde la lógica del contenido, qué nos ofrece el contexto en relación con el tema y cuáles son las principales dificultades de aprendizaje. Una vez realizados, conviene concretar los objetivos didácticos que nos hemos planteado a lo largo de esta experiencia. Algunos de los objetivos que perseguimos se recogen en el Cuadro 4.

| Objetivos de aprendizaje de la UD |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Reconocer que los animales son seres vivos.- Diferenciar a los animales en función del lugar dónde viven.- Comprender las diferencias entre animales domésticos y salvajes.- Identificar la forma de desplazarse de los animales.- Distinguir las diferentes formas de nacer de los animales.- Ordenar temporalmente una secuencia del nacimiento y crecimiento de cachorros.- Relacionar animales adultos con sus crías.- Identificar el alimento que comen algunos animales.- Clasificar animales en función de su alimentación.- Conocer algunas tareas que se realizan en una granja.- Identificar y diferenciar animales cuyo hábitat es el agua.- Reconocer los oficios relacionados con los animales.- Fomentar el respeto por todos los seres vivos.- Adquirir hábitos básicos de higiene a la hora del cuidado de los animales.- Reconocer diferentes establecimientos donde adquirir una mascota.- Construir juegos sencillos para la adquisición de conocimientos. |

Cuadro 4. Objetivos de aprendizaje

Además de estos objetivos específicos de esta propuesta, podemos contemplar otros más generales que pueden compartirse con otras propuestas. Aparecen recogidos en el Cuadro 5.

| Objetivos de aprendizaje compartidos |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Valorar y utilizar de forma ajustada el lenguaje oral para expresar los sentimientos y necesidades en relación a los animales.- Dialogar con sus compañeros/as y debatir ideas respetando las opiniones de los demás.- Disfrutar con las actividades planteadas en la clase de Conocimiento del Medio.- Valorar el trabajo en grupo y participar activamente en el desarrollo de las actividades.- Plantear preguntas que reflejen el interés y el entusiasmo puesto en el tema. |

Cuadro 5. Objetivos de aprendizaje compartidos

Tarea 5: Selección de la secuencia de enseñanza

Hacemos nuestros muchos de los principios de los enfoques constructivistas. Por ello, parece coherente que propongamos una secuencia de enseñanza que comparta algunas fases e intenciones clásicas en las propuestas con estos fundamentos. En el Cuadro 6, hemos sintetizado la nuestra:

| SECUENCIA DE ENSEÑANZA | SECUENCIA DE ACTIVIDADES |
|--|---|
| INICIACIÓN | <p>A.1.- ¡Guarda el libro en el cajón, que nos vamos de excursión! Visita a la granja escuela para motivarlos a la hora de aprender los contenidos. Explicitación y contraste de ideas por parte del alumnado sobre su experiencia en la granja mediante una grabación en audio y una actividad de papel y lápiz.</p> <p>A.2.- “La mascota de la clase”. Durante el tercer trimestre los alumnos/as cuidarán y conocerán las características de varios peces que vivirán en un pequeño acuario situado en el rincón de los animales. Habrá un encargado diario que los alimentará y cuidará de la limpieza y temperatura del agua.</p> |
| DESARROLLO | |
| <p>Los animales son seres vivos</p> <p>Procedencia de algunos animales</p> | <p>A.3- “La verdadera historia del pez payaso”. Cuento de elaboración propia donde los alumnos/as identificarán animales y características de los mismos en el cuento.</p> <p>A.4- El viaje de los animales. Apoyándonos en un franelógrafo presentaremos animales originarios de diferentes continentes. Los niños/as tendrán un pasaporte animal que completarán al finalizar la actividad. Dicho pasaporte será sellado con imágenes de animales de cada continente.</p> |
| <p>Características de los animales; físicas, reproducción, alimentación...</p> | <p>A.5- En el fondo del mar. Elaboraremos el rincón del medio acuático dentro del aula para investigar sobre el delfín. En esta actividad participarán todos los miembros de la comunidad educativa (alumnos/as, familias y maestros/as), ya que se instalará un buzón en el pasillo del colegio para dejar imágenes, curiosidades, preguntas... de dicho animal.</p> <p>A.6- “El gran día de las mascotas”. Los alumnos/as traerán fotografías y elaborarán individualmente y con la colaboración de sus familias un mural donde aparezca toda la información sobre sus mascotas. También nos visitará un abuelo de casa para presentarnos varios palomos de competición y explicarnos el oficio de colombicultor.</p> <p>A.7- Pelopicopata. Creación de un nuevo animal, al que deberán ponerle nombre, inventar su desplazamiento...</p> <p>A.8- Sombras y penumbras de los animales. Power point que muestra a los niños/as sombras, sonidos... de diferentes animales. Será presentado en la pizarra digital de la biblioteca y los alumnos/as utilizarán en puntero para conocer las soluciones.</p> <p>A.9- Circuito animal. Caracterizados de animales imitarán los desplazamientos de algunos de ellos en el patio del colegio.</p> <p>A.10- Explicación por parte de la maestra de las características de los animales y su reproducción. Todo ello apoyado de un power point. “Pío, pío, pío”; análisis de la reproducción de las gallinas y otras aves tras el visionado del nacimiento de un pollito.</p> <p>Después contaremos el cuento de “Mamas y cachorros” y se presentarán imágenes de animales adultos con sus crías.</p> <p>A.11- ¿Se enciende la bombilla? Acierta y lo comprobarás. En pequeños grupos creación de un circuito eléctrico para distinguir las partes del cuerpo de varios animales.</p> <p>A.12- ¿Te gustan los cómic? Creación de un cómic a partir de varias viñetas seleccionadas.</p> |
| Animales en peligro de extinción | <p>A.13- “Las Dinoaventuras”. Actividad de investigación sobre los dinosaurios para trabajar los animales extinguidos y a partir de ellos otros animales que están en peligro de extinción. Los alumnos/as podrán traer al aula reproducciones de dinosaurios, cuentos, libros... Utilizaremos algunos manuales, anteriormente señalados, para la aplicación de la actividad. Harán producciones en plastilina y montaremos en el aula un museo de dinosaurios.</p> |
| Oficios de los animales en la televisión | <p>A.14- Los animales famosos. Buscar en Internet, revistas... animales protagonistas en series televisivas, películas y cuentos. Distinguir entre animales de ficción y reales, dialogar sobre los oficios que desempeñan y elaborar en la pizarra una lista con las cosas que no pueden hacer. Plasmear lo aprendido en una actividad individual.</p> |

Cuadro 6. Secuencia de actividades del tema (continúa)

| SECUENCIA DE ENSEÑANZA | SECUENCIA DE ACTIVIDADES |
|--|---|
| <p>Oficios relacionados con los animales</p> <p>Cuidados y hábitos de higiene al tratar con animales</p> | <p>A.15- "Chusco tiene una garrapata". Tras este breve relato sobre una visita al veterinario, presentar imágenes de oficios relacionados con los animales. Descubrir adivinanzas sobre los mismos y dialogar sobre dichos oficios.</p> <p>A.16- ¿Sabes cuidar a un animal? A partir de las respuestas del alumnado presentarle una actividad en la que tengan que discriminar acciones correctas e incorrectas a la hora de cuidar animales.</p> |
| <p>Lugares dónde adquirir una mascota</p> | <p>A.17- Ten primero información y así acertarás en tu elección. Tras conocer las ideas de los alumnos/as sobre los lugares donde adquirir una mascota se realizará una breve explicación por parte de la maestra sobre los refugios y perreras. Esta explicación estará apoyada de videos de tiendas especializadas y refugios. Se insistirá también en el compromiso que hay que adquirir a la hora de tener una mascota.</p> |

Cuadro 6 (continuación). Secuencia de actividades del tema

Los principios básicos de nuestra propuesta son:

- motivar al alumnado haciéndoles partícipes del proceso de aprendizaje;
- conocer los conocimientos y experiencias previas del alumnado respecto al tema planteado;
- plantear situaciones que hagan posible el aprendizaje por descubrimiento guiado;
- facilitar la observación directa, la manipulación, la experimentación... así como la comunicación de sus logros, hallazgos e ideas;
- desarrollar las capacidades del alumnado; aprovechar las posibilidades que tienen los cuentos, cómics, internet, vídeos educativos...;
- descubrir el valor del asombro, del entusiasmo...con las actividades planteadas;
- aprender de manera divertida; innovar y crear los materiales del aula;
- implicarles personalmente en la construcción de sus conocimientos;
- aprovechar las ventajas del aprendizaje entre iguales y el cooperativo;
- propiciar el trabajo autónomo de los niños y niñas; etc.

Tarea 6: Selección de estrategias de evaluación

Para nosotros, la evaluación no se reduce a calificar; ni siquiera a valorar los progresos y dificultades individuales de los niños. Pretende recoger información acerca de la consecución de los objetivos planteados, la idoneidad de los recursos empleados, la adecuación de la temporalización... y de aspectos que hagan referencia a relaciones con los demás miembros de la comunidad educativa. Todos ellos son, entre otros, aspectos cuya valoración permite apreciar y ajustar más eficazmente las situaciones, materiales y ayudas individualizadas a la realidad de nuestra aula.

Pero lo más importante es que la evaluación de nuestra práctica constituye un instrumento fundamental para nuestra mejora docente ya que la reflexión sobre lo que hacemos es la fuente de conocimiento profesional más importante con la que contamos. Para llevarla a cabo hemos establecido indicadores que contemplen el abanico de todas las acciones educativas que realizamos. Todo ello, lo podemos apreciar en el Cuadro 7.

| Objeto de la evaluación | Instrumentos de evaluación utilizados |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Adecuación de los objetivos didácticos planteados. - Adecuación de los contenidos seleccionados. - Grado de implicación de los niños y docentes. - Relación entre el docente y el alumno. - Ambiente que se percibe: confianza, distendido, fluido, relajado, impuesto. - Participación de la familia. - Idoneidad de la organización temporal y espacial. - Respeto de los ritmos particulares. - Idoneidad de los materiales: educativos, motivadores, no sexistas, atractivos, suficientes. - Alcance de la atención individualizada. | <ul style="list-style-type: none"> - Conversaciones y diálogos sobre los contenidos de las actividades realizadas. - Ficha de seguimiento de evaluación al final de cada una de las actividades. - Análisis de las hojas de trabajo y producciones de los alumnos/as. - Diaria de clase de la maestra. - Grabaciones en audio-video de momentos puntuales. |

Cuadro 7. Qué y cómo evaluar

BIBLIOGRAFÍA

- Bell, B., Freyberg, P. (2001). El lenguaje en la clase de ciencias. En la obra de García y Guerra: *La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria*, 63-69. México: Secretaría Educación Pública.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (2001). Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias. En la obra de García y Guerra: *La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria*, 55-62. México: Secretaría Educación Pública.
- DE MANUEL, J.; GRAU, R. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del conocimiento biológico. *Alambique*, 7, 53-62.
- Gómez, A., Pujol, R. M., Sanmartí, N. (2006). Pensar, actuar y hablar sobre los seres vivos alrededor de una maqueta. *Alambique*, 47, 48-55.
- MEC (2006). Real Decreto 1513/2006 de 7 de diciembre estableció las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria.
- Pro, A. (2008). Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica. En la obra de Pro (ed.): *El desarrollo del pensamiento científico-técnico en Educación Primaria*, 43-82. Madrid: Secretaría Gral.Técnica del MEC.
- Pro, A. (2009). Competencia en el conocimiento e interacción sobre el mundo físico. *Ponencia invitada al I Congreso Internacional sobre Competencias Básicas*. Ciudad Real.
- Pro, A., Miralles, P. (2009). El currículo de conocimiento del medio natural, social y cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, en prensa.
- Sánchez, G., Valcárcel, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 33-44.

ANEXO 1

| Titulo | Descripción | Características |
|--|--|---|
| 1. Los animales también saben hablar. ¡Descúbrelo! | Salir al patio del colegio cuando todos estén en las aulas. Nos tumbaremos en las colchonetas e intentaremos escuchar el sonido de los pájaros. En gran grupo se establece un diálogo a partir de la pregunta: ¿qué dirán los pájaros?, ¿conocéis a algún animal que hable como nosotros?... Por equipos imitan el sonido de animales que conozcan y en el aula de informática discriminarán y relacionarán sonidos de animales reales. | Agrupamientos: Gran grupo y pequeño grupo. Espacio: Patio. Aula de informática Objetivo actividad: Motivación. |
| 2. De flor en flor voy volando y vuestra vida endulzando. | Contamos el cuento de "Las abejas golosas". Se lanzan preguntas sobre el mismo y, a partir de ahí, comentamos qué otros animales nos proporcionan alimentos. | Agrupamientos: Gran grupo. Espacio: Aula. Objetivo actividad: Motivación. |
| 3. Llevo pijama diario sin guardarlo en el armario. | Realización del libro de "La piel de los animales". Con goma eva se realizará un álbum donde se recorten retales de la piel de diversos animales; lana para las ovejas; plumas para las aves... Buscamos en Internet el porqué de los colores... | Agrupamientos: Individual y pequeño grupo. Espacio: Aula y Aula de informática. Objetivo actividad: Investigación, desarrollo y aplicación. |
| 4. El gran día de las mascotas | Los alumnos/as se llevan un mural con fotografías y las características de sus mascotas a clase. Cuentan a sus compañeros como se llaman, cuál es su hábitat, que características tienen, cómo los cuidan, de qué se alimentan... | Agrupamientos: Individual y gran grupo. Espacio: Aula. Objetivo actividad: Motivación. |
| 5. ¡Guarda el libro en el cajón, que nos vamos de excursión! | Realización de una visita a la granja escuela "Oasis", situada en Valladolid. Allí no sólo pueden estar en contacto directo con los animales de granja si no que pueden manipularlos, alimentarlos, cepillarlos, montar en burro, conocer la actividad diaria de una granja, observar los distintos tipos de reproducción... Los niños/as cuentan la experiencia vivida, identificando y describiendo animales... Por último plasman la información en una sencilla actividad de papel y lápiz. | Agrupamientos: Gran grupo, pequeño grupo e individual. Espacio: Granja escuela. Aula. Objetivo actividad: Motivación, investigación, observación, manipulación, clasificación, desarrollo y aplicación de ideas. |
| 6. La verdadera historia del pez payaso. | Es un cuento de elaboración propia que contaremos en la biblioteca. Cada niño tendrá su propio cuento y manual de actividades. A partir de él, los niños/as identifican los animales que aparecen. | Agrupamientos: Individual. Espacio: Biblioteca del colegio. Objetivo actividad: Motivación. Identificación. |
| 7. Los animales viajeros | Apoyándonos en un franelógrafo los niños/as van descubriendo la procedencia de algunos animales. Centrándonos en un protagonista (por ejemplo, el pez payaso del cuento anterior), viajará con su circo y nos presentará a los diferentes animales así como las características de los mismos. | Agrupamientos: Gran grupo. Espacio: Aula. Objetivo actividad: Desarrollo. Identificación |
| 8. ¿Sabías que...? "Curioso-animaladas". | Elaboración de un diario con las anécdotas y curiosidades que surjan durante el desarrollo de la actividad anterior. También búsqueda de información en el Aula Plumier, en cuentos, revistas... sobre curiosidades de algunos animales. | Agrupamientos: Individual, pequeño grupo y gran grupo. Espacio: Aula. Aula de informática Objetivo actividad: Ampliación. |

Posibles experiencias a utilizar en el tema 7

ANEXO 2

| Tiras de comic | Temática |
|---|--|
| "Todos los caminos llegan a Roma". www.elpais.com/recortes/. Asterix y Obelix. | Trabajos u oficios que desempeñan los animales. |
| www.mortadeloyfilemon.com Tiras semanales 2006. | Peligro de los animales salvajes Trabajo u oficio que desempeñan los animales salvajes. Alimentación de un animal doméstico; el perro, y trabajos que desempeña. |
| www.mortadeloyfilemon.com Tiras semanales 2006. | Sentido del olfato de los ratones. Animales acuáticos; el tiburón. Características físicas del canguro. |
| "La Sirenita". Mortadelo y Filemón. 2000. | Características de animales acuáticos, oficios que pueden desempeñar o no, y realidad o ficción de animales mitológicos como las sirenas. |
| "La pobreza del país de los soviets". Octubre de 2008. | Oficios que desempeñan algunos animales. |

Posibles tiras y viñetas de cómics sobre el tema

ANEXO 3

| Cuento | Aprovechamiento didáctico |
|--------------------------------------|---|
| "Blancanieves y los 7 enanitos". | Animales del bosque: oficios que no en todos los casos, pueden realizar. |
| "Los músicos de Bremen". | Animales que desempeñan oficios de músicos con los sonidos que producen, pero... |
| "Bambi". | Animales del bosque en las diferentes estaciones del año. |
| "El rey león". | Animales de la selva; su alimentación, la "jerarquía" que hay entre ellos... |
| "Los tres cerditos". | Animales de granja en otro hábitat, el bosque. |
| "Caperucita Roja". | Características físicas del lobo y las precauciones que tenemos que tomar con ese animal. |
| "Buscando a Nemo". | Animales acuáticos: sus características y su alimentación. |
| "La Sirenita". | Animales del mar y sus características |
| "El flautista de Hamelin". | Comportamiento de las ratas, cuidado por la poca higiene que tienen... |
| "Los aristogatos". | Animales domésticos que reciben unos cuidados exquisitos. |
| "El libro de la selva". | Animales de la selva, la jerarquía que hay entre ellos, las características físicas de cada uno, su hábitat, su alimentación... |
| "Los rescatadores en Cangurolandia". | Procedencia u origen de algunos animales. |
| "La vaca Vera". | Animales de la granja y los alimentos que éstos nos proporcionan. |
| "Tarzán". | Animales de la selva, sus desplazamientos, sus características... |
| "Las hormigas laboriosas". | Importancia del trabajo en equipo y la cooperación que tienen las hormigas, la necesidad de alimentarse y el hábitat dónde se desenvuelven. |
| "Dumbo". | Animales del circo. Oficios de las personas que trabajan con ellos; veterinario, cuidador, domador... |
| "Bolt". | Animal doméstico desempeñando el oficio de superhéroe. Diferencias entre realidad y ficción. |
| "Mamás y cachorros". | Reproducción de animales; mamíferos, aves, peces, reptiles... |
| "Kung Fú Panda". | Origen de algunos animales, como el oso panda y los diferentes lugares donde lo podemos encontrar. |
| "101 dálmatas". | Animales domésticos y cuidado y protección de los mismos. |
| "Animales de granja". | Características de estos animales, los alimentos que nos proporcionan, el cuidado de los mismos y los oficios que desempeñan. |
| "El perrito de Teo". | Cuidado de un perro, la compañía que nos hace, el cariño que nos proporciona. |
| "Teo visita el circo". | Animales del circo, los oficios de las personas, la alimentación y cuidado de los animales... |

Posibles cuentos en relación con el tema

El Patrimonio Científico–Tecnológico en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza para Educación Secundaria

Morón Monge, H., De las Heras Pérez, M.A., Lorca Marín, A.A., Wamba Aguado, A.M

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Huelva.

mwamba@uhu.es

RESUMEN

La importancia de utilizar el patrimonio científico tecnológico presente implícitamente o explícitamente en los libros de texto como recurso para una mejor comprensión del conocimiento científico y su desarrollo es uno de los objetivos del proyecto I+D+i, “*El patrimonio y su enseñanza. Análisis de recursos y materiales para una propuesta integrada de educación patrimonial.* (código EDU2008-01968), en el que se incluye este trabajo. Dada la dificultad de identificar adecuadamente esta tipología patrimonial, se presenta una propuesta metodológica que facilita el análisis de los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de la Enseñanza Secundaria Obligatoria en España en una muestra de tres editoriales españolas (y una cuarta editorial para su validación) de máxima implementación en tres comunidades autónomas diferentes. También se aportan unos primeros resultados de este análisis.

Palabras claves

Patrimonio científico-tecnológico, alfabetización científica, análisis libros de texto; educación secundaria, educación patrimonial.

INTRODUCCIÓN

En los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de la Educación Secundaria Obligatoria aparecen implícitamente referencias al patrimonio científico-tecnológico sin que implique una valoración patrimonial ni su importancia para el mejor conocimiento de la ciencia y el desarrollo de las competencias científicas.

Sin embargo, diariamente convivimos con elementos patrimoniales cuya conceptualización requiere una gran abstracción en su enseñanza y difusión, sobre todo el que tiene carácter inmaterial. Esto se debe en gran medida a su propia complejidad y diversidad, que además depende de la percepción que posee cada individuo. Por lo que el concepto de patrimonio es polisémico y cambiante, depende del momento cultural y del área de conocimiento al que se adscriba el elemento patrimonial (Hernández Cardona, 2004).

Teniendo en cuenta que queremos realizar un estudio del patrimonio desde una perspectiva sistémica, que nos proporcione una visión holística, nos quedamos con la definición de Cuenca (2004) quien define el patrimonio como el conjunto de “*todos aquellos elementos que por razón geohistórica, estética, y en ocasiones, de excepcionalidad, se convierten en símbolos que configuran los referentes identitarios de las estructuras sociales, en función a unos valores mayoritariamente asumidos y legitimados por ellas, representando los aspectos culturales relevantes del pasado y del presente, articulándose, de esa forma, como fuentes básicas para el conocimiento social a través de la interpretación desde una perspectiva holística*”(pp. 141). Esta

definición ha sido reformulada por Estepa, Cuenca y Ávila (2006), reforzando la visión holística desde una perspectiva sistémica y compleja, donde los referentes patrimoniales se articulan como un único hecho sociocultural, explicitándose la importancia del patrimonio científico-tecnológico y natural.

En este sentido López Cruz (2009) considera al patrimonio como un concepto global y holístico, pero expone la necesidad de tipificar o clasificar el concepto de patrimonio para su tratamiento práctico, que en nuestro caso corresponde al análisis del patrimonio por tipologías en los libros de texto. Por tipología patrimonial entendemos, aquella clasificación de los elementos patrimoniales por sus características morfológicas y las disciplinas de referencia que lo estudian. Para esta investigación se maneja las siguientes tipologías, obtenidas de estudios anteriores (Cuenca, 2004): patrimonio natural, histórico, artístico, etnológico y científico-tecnológico.

Algunas cuestiones referidas a la educación patrimonial y a su potencialidad como recurso educativo, han sido abordadas desde diversos estudios (Estepa, 2001; Estepa *et al.*, 2005; Cuenca, 2004; Hernández Cardona, 2003; Fontal, 2003; Aguirre y Vázquez, 2004; Ávila, 2005; Calaf 2008; Rico, 2009). Sin embargo, se observa un escaso interés por conceptualizar el patrimonio como contenido escolar y por actualizar su comunicación didáctica y su aprendizaje en el aula.

En este sentido, los miembros del grupo de investigación DESYM de la universidad de Huelva, al que pertenecemos, cuentan con una amplia trayectoria en el ámbito de la investigación en educación patrimonial, aportando sus primeros resultados desde hace más de diez años (Wamba y Jiménez Pérez, 1996 y 2005; Estepa *et al.*, 1998; Wamba *et al.*, 2006a y 2006b). Así, en el seno de este grupo, se está desarrollando un segundo proyecto de I+D+i sobre Educación Patrimonial, titulado “*El patrimonio y su enseñanza: análisis de recursos y materiales para una propuesta integrada de Educación Patrimonial*” (convocatoria de 2008 del Plan Nacional de Investigación). Uno de los objetivos de este proyecto en relación con la enseñanza-aprendizaje del patrimonio en el ámbito formal, es analizar los materiales y recursos de uso habitual utilizados por los docentes en las aulas de educación obligatoria.

En el marco del mencionado proyecto, el presente trabajo pretende mostrar cómo se ha analizado el patrimonio científico-tecnológico en libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria de Ciencias de la Naturaleza. Nos centramos en el patrimonio científico-tecnológico ya que por un lado, el patrimonio que aparece en estos libros es prácticamente de la tipología científica-tecnológica y natural, siendo escasa la representación de otras tipologías patrimoniales como la histórica, artística y/o etnológica; y por otro lado, esta tipología patrimonial es la que más dificultades nos ha generado en el proceso de validación de los instrumentos de este proyecto y la de mayor interés para promover un mejor conocimiento de la Ciencia.

Por ello, para el análisis de los textos ha sido necesario concretar qué entendemos por patrimonio científico-tecnológico diferenciándolo en material e inmaterial teniendo en cuenta cómo aparecen en los mismos:

- **Patrimonio científico-tecnológico material:** se han considerado tanto los *instrumentos* y *técnicas* que se encuentren identificados, ya sean originales (por su valor temporal), o que hagan alusión a los mismos. En este caso, el libro debe especificar que tienen un valor para el conocimiento, la evolución de las ciencias y el desarrollo de las sociedades.
- **Patrimonio científico-tecnológico inmaterial (PCTI):** se han considerado como tal a las leyes, teorías, modelos, principios, etc. que permiten innovar, o que son fundamentales para la evolución del conocimiento científico-tecnológico.

Es este PCTI, el que ha generado mayores dificultades a la hora de analizarlo en los libros de texto en esta fase de validación, ya que el depositario de este patrimonio es la mente humana, siendo su

enseñanza y su difusión el principal instrumento para su materialización. Por ello ha sido necesario elaborar una propuesta que facilite su identificación durante la fase de toma de datos.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS EN LOS LIBROS DE TEXTO

Antes de describir y justificar la propuesta de criterios metodológicos formulados para el análisis del PCTI, vamos a caracterizar la muestra y los instrumentos de recogida y análisis de los datos que van a ser utilizados:

- **Características de la muestra:** Los libros analizados son de Educación Secundaria Obligatoria de las materias de Ciencias de la Naturaleza (para 1º y 2º de la ESO) y Biología-Geología y Física-Química (para 3º y 4º de la ESO). Además, se han usado distintas editoriales (Santillana, Anaya y SM) de diferentes comunidades autónomas (Andalucía, Cataluña y Madrid). Previo al análisis de estos libros, se ha seleccionado para el estudio piloto, la editorial Edelvives de la comunidad autónoma de Valencia, con la intención de validar los instrumentos de recogida y análisis de la información.
- **Los instrumentos:** El instrumento para el análisis del patrimonio en los libros de texto está compuesto por un sistema de categorías (Anexo I) que a su vez se subdivide en una serie de variables, indicadores y descriptores (Cuenca y Estepa, 2003) que serán aplicados a cada una de las unidades didácticas que configuran los libros texto. El instrumento de recogida de datos está configurado por las mismas categorías que el de análisis pero dividido en tres columnas: introducción, desarrollo y complementos/ampliación basado en la estructura que poseen las unidades didácticas.

Estos instrumentos de análisis y recogida de datos se usan sobre la muestra una vez que inferimos que esa ley, teoría, modelo, principio, etc. que aparece en el libro de texto es tratada como un conocimiento patrimonial. Partimos de la idea de que no todos estos conocimientos científico-tecnológicos son considerados como patrimoniales, ya que si así fuera prácticamente todo el contenido de Ciencias de la Naturaleza en los mismos sería patrimonio. Pero, ¿cómo decidir cuándo una ley, principio, etc. se le está concediendo por parte del libro un valor patrimonial?. Para ello, hemos elaborado dos criterios metodológicos que contemplan las opciones que nos podemos encontrar, según la información obtenida en la fase de validación (Fig. 1)

1) **Uso de palabras claves:** es el método más concreto de análisis, ya que a partir de una serie de palabras “claves” o indicadores que aparecen en el texto asociadas a las teorías, hechos científicos, etc., podemos identificar ese conocimiento científico como un conocimiento patrimonial. Estas palabras claves han sido: “...*revolución* para las ciencias...”, “...supone el *desarrollo* de la medicina, la genética,...”, “...es la *base* para nuevos conocimientos...”, “...son un *legado* para las ciencias y la sociedad...”, etc. Estas palabras clave se pueden clasificar:

- En función de su *finalidad y/o aplicación*.
- En función de ser el *germen*, base, nacimiento, inicio, ser el primero/a, etc.
- En función de suponer un *cambio*: revolución, cambio social-cultural, etc.

2) **Uso de preguntas clave:** lo más común es que encontremos la idea de conocimiento patrimonial como una idea “dispersa”, de manera subliminal entre las líneas del texto, que se repite y se va ampliando y complementando a lo largo del desarrollo de la unidad. Por ello, en esta segunda forma de analizar el conocimiento patrimonial hay que inferirlo del tratamiento que le dan en el texto y bajo qué epígrafe (secciones de ampliación y/o de desarrollo, historia de la ciencia,...) aparece. Para ello nos apoyamos en *preguntas clave* como se detalla en la Fig. 1.

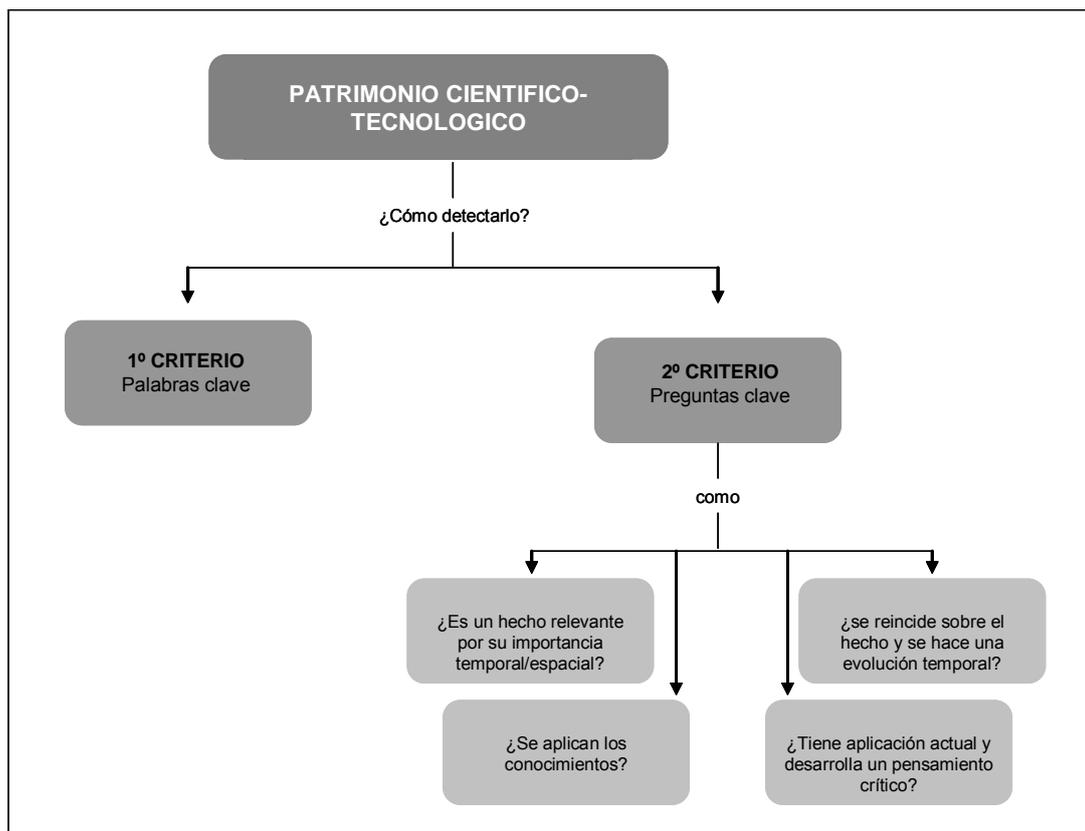


Fig.1: Criterios metodológicos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Atendiendo a los criterios metodológicos señalados anteriormente, a continuación recogemos a modo de ejemplos algunos resultados significativos en los que se ha puesto de manifiesto la eficacia de la metodología seguida, según las distintas editoriales. Esto no excluye que en las mismas, el patrimonio científico-tecnológico aparezca contemplado bajo ambas perspectivas:

1) **Criterio “Uso de palabras claves”**. Se ha considerado que el tratamiento ha sido desde una perspectiva patrimonial en los siguientes casos:

- Editorial **Santillana**: en la unidad de 1º de ESO de Ciencias Naturales, apartado “*Conocimiento Histórico*” dice referidas al estudio del movimiento de los planetas: “*Gracias a la Teoría Heliocéntrica de Copérnico, cambió la imagen del ser humano sobre el universo*”; otro ejemplo pero referido a un instrumento o técnica es “*la observación astronómica avanzó gracias al radiotelescopio*”. Así, en estos casos son considerados patrimoniales la teoría heliocéntrica de Copérnico y el radiotelescopio.
- Editorial **SM**: las palabras clave suelen aparecer aunque no le conceden mucha importancia a la trayectoria temporal de los avances científicos como se puede observar en su apartado de ampliación llamado “*Ayer y Hoy de la Ciencia*” o “*Ciencia sorprendente*” (dependiendo del proyecto, Naturalia o Ecosfera) al trabajarse desde una perspectiva periodística y anecdótica el conocimiento que podríamos considerar como valor patrimonial.

2) **Criterio “Uso de preguntas clave”**. Se presentan dos ejemplificaciones donde se pone de manifiesto la identificación del carácter patrimonial siguiendo este criterio:

- a) Editorial **Anaya**: esta idea de conocimiento científico-tecnológico patrimonial suele estar recogida en la sección de ampliación y desarrollo denominada “*La Historia a través de la Ciencia*” donde se observa un recorrido temporal del desarrollo de ese conocimiento a través de distintos científicos y pensadores.
- b) Editorial **Edelvives**: En este caso, en la unidad “Teoría atómica de la materia”, se considera patrimonio científico-tecnológico el concepto de átomo, puesto que la idea de conocimiento patrimonial científico-tecnológico aparecía “disperso” desde la introducción hasta la sección de ampliación y desarrollo denominada “*Ciencia y sociedad*”.

Dada la complejidad de aplicación de este segundo criterio, a continuación desarrollamos el análisis realizado sobre el posible tratamiento patrimonial del átomo en Edelvives. En la Fig.2 se muestra cómo en función del número de respuestas afirmativas a las preguntas clave sobre el tratamiento en el texto (de menos a más) se decide si ese conocimiento se trabaja desde una perspectiva patrimonial o no.

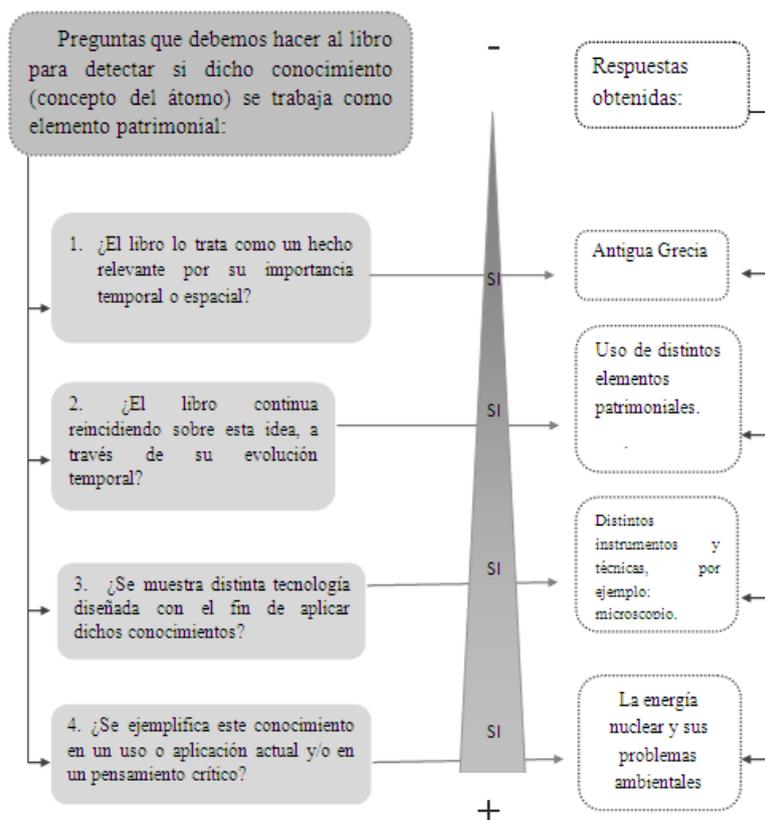


Figura 2. Ejemplo de aplicación del 2º criterio metodológico

Según este análisis, el concepto del átomo tiene una especial relevancia en todo el desarrollo de la unidad; además, se observa una evolución temporal donde nos describe cómo surge la idea del átomo, luego nos refuerza esta idea con distintos elementos patrimoniales de carácter temporal y finalmente en la parte de complementos (Ciencia y Sociedad), nos señala la aplicación actual de este conocimiento, por lo que se infiere que no es un conocimiento estático, sino que evoluciona con distintas *aplicaciones* que permiten el desarrollo de la sociedad (a través de las nuevas tecnologías) y/o permite el desarrollo de un pensamiento crítico (análisis de problemas ambientales

que se derivan). Todo esto da respuesta a las preguntas clave y determina que el tratamiento que tiene es de carácter patrimonial científico-tecnológico.

CONCLUSIONES

El patrimonio científico-tecnológico no siempre aparece explícito en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de Educación Secundaria y esto dificulta su utilización como recurso para el conocimiento del desarrollo de la ciencia, desde una perspectiva alejada de la verdad absoluta en la que el conocimiento científico evoluciona y avanza en el tiempo.

Consideramos que la aplicación de los criterios metodológicos presentados en este trabajo facilitan la identificación de elementos patrimoniales que puedan ser utilizados como recurso, dado que el conocimiento científico-tecnológico desde una perspectiva patrimonial es inmaterial y difícil de percibir solo a través de una imagen o un texto, por lo que debe incluir la trayectoria general que lleva la unidad sobre dicho conocimiento.

En este sentido, estos criterios son también válidos para el análisis de otros materiales como los producidos por los centros de interpretación y museos de ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila, R. M. (2005). Reflexiones Sobre la Enseñanza y el Aprendizaje del Patrimonio Integrado: una Experiencia en la Formación de Maestros. *Investigación en la Escuela*, 56, 43-54.

Aguirre, C., Vázquez, A. M. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *REEC*, 3(3), 1-26.

Calaf, R. (2008). Educación patrimonial. Epistemología, metodología y estudio de casos. *Aula historia social*, 21, 95-96

Cuenca, J. M., Estepa, J. (2003). El Patrimonio en las Ciencias Sociales. Concepciones transmitidas por los libros de texto de ESO. En E. Ballesteros, *et al* (Eds.) *El Patrimonio y la Didáctica de las Ciencias Sociales* (pp. 91-102), Cuenca: Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales.

Cuenca, J. M. (2004). *El patrimonio en la didáctica de las ciencias sociales. Análisis de concepciones, dificultades y obstáculos para su integración en la enseñanza obligatoria*. Michigan, Proquest. Universidad de Michigan. Último acceso el 14 de mayo de 2010, desde <http://www.lib.umi.com/cr/uhu/fullcit?p3126904>

Estepa, J. (2001). El patrimonio en la didáctica de las ciencias sociales: obstáculos y propuestas para su tratamiento en el aula. *Íber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 30, 93-105

Estepa, J., Cuenca, J. M., Ávila, R. M. (2006). Concepciones del profesorado sobre la educación patrimonial. En A. E. GÓMEZ y M. P. NÚÑEZ (eds.) *Formar para investigar, investigar para formar en Didáctica de las Ciencias Sociales* (pp. 57-66), Málaga: Asociación Universitaria del Profesorado de Didáctica de las Ciencias Sociales.

Estepa, J., Dominguez, C., Cuenca, J. M. (1998). La enseñanza de valores a través del patrimonio. En VV.AA. *Los valores y la Didáctica de las Ciencias Sociales*. Lleida: Univ Lleida. Pp.327-336.

Estepa, J., Wamba, A. M., Jiménez Pérez, R. (2005). Fundamentos para una enseñanza y difusión del patrimonio desde una perspectiva integradora de las ciencias sociales y experimentales. *Investigación en la Escuela*, 56, 19-26.

Fontal, O. (2003). *La educación patrimonial. Teoría y práctica para el aula, el museo e Internet*. Gijón: Trea.

Hernández Cardona, F. X. (2003). El patrimonio como recurso en la enseñanza de las Ciencias Sociales. En E. Ballesteros y otros (Eds.) *El patrimonio y la Didáctica de las Ciencias Sociales*. Cuenca, Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales.

Hernández Cardona, F. X. (2004). Didáctica e interpretación del patrimonio. En R. Calaf y O. Fontal (coord.) *Comunicación educativa del patrimonio: referentes, modelos y ejemplos*.(pp 35-49) Gijón: Trea.

López Cruz, I. (2009). *Parámetros para la comunicación patrimonial*. En J.M. González y J. Cuenca, *La musealización del patrimonio* (pp.47-63), Huelva: Universidad de Huelva.

Rico, L. (2009). *La difusión del patrimonio en los materiales curriculares. El caso de los gabinetes pedagógicos de bellas artes*. Universidad de Málaga.

Wamba, A. M., Jiménez Pérez, R. (1996). Un programa para una mejor comprensión de las ciencias: El programa Maimónides. *Acento Andaluz, Revista de Educación* 0, 33-36.

Wamba, A. M. y Jiménez, R. (2005). La enseñanza y difusión del Patrimonio y la Alfabetización Científica: relaciones C-T-S y Patrimonio. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso. Último acceso el 14 de mayo de 2010, desde http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_oraales/1_ense_ciencias/1_2/Wamba_510.pdf

Wamba, A. M., Aguaded, S., Cuenca, J. M. (2006a). Las actividades prácticas en museos de ciencia y centros de interpretación: ¿cómo orientarlas desde una perspectiva holística? *Alambique*, nº 47, 74-81.

Wamba, A. M.; Jiménez Pérez, R., Cuenca, J. M. (2006b). *La enseñanza del Patrimonio en la ESO: concepciones de los profesores de Ciencias Experimentales y Sociales*. Actas de los XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Zaragoza: Universidad de Zaragoza

ANEXO I. Tabla de categorías para el análisis de los libros de textos y materiales de difusión

| CATEGORÍAS | VARIABLES | INDICADORES | DESCRIPTORES |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| CATEGORÍA I: VISIÓN DEL PATRIMONIO - Contenido declarativo narrativo - Contexto gráfico - Actividades en el texto | 1. Perspectivas sobre el patrimonio | Excepcional | Escasez, rareza, singularidad y/o valor crematístico (pj: carácter endémico de especies naturales, restos arqueológicos únicos, etc.) |
| | | Monumental | Grandiosidad y reconocido prestigio, de elementos naturales, histórico-artístico, etnológico y científico-tecnológico (pj: obras de arte) |
| | | Estética | Belleza natural, artística y estilística |
| | | Temporal | Carácter evolutivo y/o temporal de los cambios naturales, sociales y científico-tecnológico |
| | | Diversidad | Riqueza en bio-geodiversidad y/o diversidad cultural |
| | | Simbólico-identitaria | Elementos simbólicos que caracterizan a una sociedad, un entorno natural, la geo-biodiversidad. |
| | 2. Tipos de patrimonio | Patr. Natural-Histórico-Artístico | Elementos de carácter medioambiental y paisajes asociados. Referentes arqueológicos y documentales. Manifestaciones correspondientes a los diferentes movimientos estilísticos. |
| | | Patr. Etnológico | Elementos significativos y tradicionales que explican el cambio social. Paisajes asociados. |
| | | Patr. Científico-Tecnológico. | Objetos e instrumentos que han contribuido a la construcción del conocimiento científico. Componentes tecnológicos e industriales catalizadores del cambio socioeconómico. Elementos Inmuebles y paisajes asociados. Principios científicos en los se fundamenta la ciencia y su evolución. |
| | | Patr. Holístico | Consideración global e integrada de todas las manifestaciones anteriores. |
| | 3. Nivel de disciplinariedad | Unidisciplinar | Se trabaja una sola tipología patrimonial |
| | | Multidisciplinar | Se trabajan varios tipos de patrimonio de forma sumativa |
| | | Interdisciplinar | Se trabajan varios tipos de patrimonio de forma sistémica |

Tabla de categorías para el análisis de libros de textos y materiales de difusión (continúa)

| | | | |
|--|---|--|---|
| CATEGORÍA II: ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN PATRIMONIAL - Contenido declarativo narrativo - Contexto gráfico - Actividades en el texto | 4. Papel del Patrimonio en programas educativos y de difusión | Utilización anecdótica | Contenidos y/ o actividades puntuales, poco contextualizadas o con poca relación con el diseño de la unidad. |
| | | Recurso didáctico | Contenidos y/ o actividades utilizadas como fuentes de información para el trabajo e interpretación del contexto socioambiental relacionadas con la U.D. |
| | | Integración plena | Tratamiento significativa como objetivo, contenido y recurso. |
| | 5. Integración de Contenidos | Sin integración | Se trabaja de forma predominante un tipo de contenidos (Conceptuales; Procedimentales y Actitudinales). |
| | | Integración simple | Se trabajan de forma predominante dos tipos de contenidos relacionados (C-P; C-A; P-A) |
| | | Integración compleja | Se trabajan los tres tipos de contenidos de forma interrelacionada. |
| | 6. Contextualización | Descontextualizada | No aparece el elemento patrimonial contextualizado bajo ningún criterio de los expuestos a continuación. |
| | | Funcional | Se presenta el uso y funcionamiento de los elementos patrimoniales |
| | | Temporal | Se presenta la cronología y el contexto histórico de los elementos patrimoniales |
| | | Espacial | Se presenta la localización geográfica original de los elementos patrimoniales |
| | 7. Finalidad del proceso de comunicación | Social | Se presentan las características sociales de las comunidades relacionadas con los elementos patrimoniales tratados |
| | | Academicista | Conocimiento de hechos e informaciones de carácter cultural, ilustrado y/o centrado en aspectos anecdóticos |
| Práctica-conservacionista | | Valores patrimoniales en la vida cotidiana (económicos, identitarios...) y potenciación de su conservación | |
| CATEGORÍA III: PATRIMONIO E IDENTIDAD - Contenido declarativo narrativo - Contexto gráfico - Actividades en el texto | 8. Escalas de identidad | Crítica | Formación de ciudadanos comprometidos con el desarrollo sostenible en el ámbito patrimonial |
| | | Aidentitario | No se establecen relaciones de identidad entre los elementos patrimoniales que aparecen en el libro y un supuesto sujeto. |
| | | Individual | Reconocimiento del valor simbólico e identitario <u>exclusivamente</u> de aquellos elementos patrimoniales cercanos y directamente relacionados con el individuo por su experiencia personal. |
| | | Social | Reconocimiento del valor simbólico e identitario de elementos patrimoniales relativos a la cultura propia. |
| | 9. Tipología patrimonial e identidad | Poliidentidad | Reconocimiento del valor simbólico e identitario de elementos patrimoniales relativos a la cultura propia y/o externos a ella. |
| | | Etnológico | Identificación con elementos significativos y tradicionales y paisajes asociados. |
| | | Natural | Identificación con elementos de carácter medioambiental. |
| | | Histórico | Identificación con referentes arqueológicos y documentales. |
| | | Artístico | Identificación con manifestaciones de los diferentes movimientos estilísticos. |
| | | Científico-tecnológico | Identificación con elementos significativos y paisajes asociados. |
| Holístico | Identificación indiferenciada con diversas manifestaciones patrimoniales. | | |

La Integración Curricular de la Educación Ambiental: Un estudio de las concepciones iniciales declaradas de un grupo de profesores de educación básica en Colombia

Cardona Restrepo, J.D., Jiménez Pérez, R.

Universidad Internacional de Andalucía, Universidad de Antioquia; Universidad de Huelva.

jdcardona@ayura.udea.edu.co

RESUMEN

A partir de un estudio exploratorio en el cual participan docentes de diferentes instituciones educativas del departamento de Antioquia-Colombia (en el marco del trabajo final para optar al título de Máster Oficial Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas, en la Universidad Internacional de Andalucía y la Universidad de Huelva), se develan las concepciones iniciales del profesorado de educación básica acerca de la educación ambiental (de ahora en adelante EA); en tópicos específicos como la concepción de ambiente, de problemática ambiental y sobre la integración curricular de la EA.

Palabras clave

Formación de profesores, educación ambiental, integración curricular.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas y atendiendo a la situación ambiental del planeta, el auge de programas de capacitación sobre educación ambiental para profesores, estudiantes y comunidades en general, han estado marcados por una perspectiva ecologista-conservacionista del medio, y en el mejor de los casos una perspectiva ambientalista; lo cual promueve en los ciudadanos una mirada sesgada del ambiente, de las relaciones del ser humano con la naturaleza y de la comprensión de las leyes naturales que hacen posible el equilibrio del planeta como sistema. Así mismo, esa forma particular de acercar a los individuos al conocimiento del medio, configura en los grupos sociales unas representaciones en las cuales los elementos físicos y naturales son los únicos componentes del ambiente; olvidándose en muchos casos de los factores sociales y culturales como entidades activas en las relaciones Ciencia/Tecnología/Sociedad/Ambiente.

Por otro lado, reconociendo el conjunto de situaciones anteriormente señaladas, el Ministerio de Educación Nacional, en sus políticas educativas reglamenta la introducción de la dimensión ambiental en la escuela, a través de un área transversal: la *Educación Ambiental*; propuesta que, sin embargo, no ha sido cabalmente comprendida por los maestros, pues en su imaginario colectivo la materialización de la inclusión de la Educación Ambiental en el currículo presenta serios inconvenientes, ya que, los profesores asocian los contenidos de dicha área con los tópicos habituales de la asignatura de Ciencias Naturales, debido entre otras cosas a la escasa formación que han tenido al respecto o, como ya lo mencionaba antes, a la idea de asociar el concepto de ambiente con elementos físicos y naturales del medio. El producto de este desconocimiento es entonces, que los agentes educativos no están integrando la Educación Ambiental como un asunto que involucra a

todas las áreas obligatorias y fundamentales y cuando lo hacen, la ideología que guía sus prácticas se fundamenta en un pensamiento conservacionista o naturalista. De ahí que, en este trabajo de investigación, el objetivo principal sea conocer las concepciones declaradas sobre la Educación Ambiental de un grupo de profesores de diferentes áreas académicas.

Reconociendo las influencia que tienen las concepciones de los profesores en la forma como ellos interpretan las finalidades y los objetivos curriculares y, el tipo de prácticas a las que recurren para alcanzar los metas propuestas, se han revisado diversos artículos que indagan por las concepciones de los profesores sobre la EA con el fin de identificar las concepciones y su relación con la enseñanza de la EA y la postura didáctica de ésta que fundamenta su actuación en aula. Es así como Domínguez (1998) en un programa de capacitación de maestros de educación media, encuentra que los maestros conciben la EA desde el punto de vista de una noción ecologista-activista, en la que prima una mirada tradicional del ambiente: la perspectiva conservacionista. En cuanto a la perspectivas ambientales o la ideología del los profesores, Álvarez y Fernández (2004) reconocen que en el campo de la EA el componente ambientalista tiene gran importancia, pues condiciona la orientación didáctica y los contenidos de las asignaturas; además de suponer en algunos casos, un obstáculo para el desarrollo de actitudes pro ambientales por el alumnado. Estos autores clasifican al profesorado en relación con su posicionamiento ideológico hacia el medio ambiente en cuatro tipos según su ética: (a) Conservacionistas, (b) Desarrollistas, (c) Proteccionistas y, (d) Ambientalista.

Por su parte, Torres (1998) comentando la experiencia colombiana y aludiendo a un diagnóstico en EA, concluye que en las propuestas y proyectos de EA se parte de un discurso técnico ambientalista, acompañado de unas actividades puramente ecológicas y de unas prácticas estrictamente naturalistas. Estas últimas, a pesar de ser bien intencionadas, desconocen los componentes culturales y sociales del trabajo ambiental y, por lo tanto, limitan el alcance de los logros en el campo contextual. Lo cual se convierte en un obstáculo para integrar la educación ambiental en la escuela.

Como complemento a las problemáticas expresadas en las líneas anteriores, López (2001) destaca que los principales problemas que preocupan al profesorado de la provincia de Lugo (España) en su práctica docente en EA, se relacionan sobre todo con su déficit formativo en este ámbito. Continuando por los resultados obtenidos por este investigador, se encuentra que muchos profesores señalan el “*poco tiempo*”, la “*disponibilidad de horarios*” y la “*densidad de programas*” como otros de los mayores problemas a la hora de llevar a cabo prácticas que incluyan la EA. Reconociendo la incidencia de los anteriores problemas, afirma el autor que, implícitamente aflora la dificultad de los profesores para ubicar las actividades relacionadas con la Educación Ambiental en su quehacer docente y la poca preocupación que parece despertar en ellos la integración curricular de la EA. Concluye López (2001) que es necesaria la integración de la EA, de tal forma que permita vislumbrar el concepto de transversalidad de la Educación Ambiental y su transposición didáctica.

DESARROLLO

Atendiendo a la diversidad de métodos y metodologías de investigación que en la actualidad desde diversos paradigmas se ofrecen para hacer frente a los problemas teóricos y prácticos de las ciencias experimentales y sociales y, en virtud de objetivo principal de este trabajo “*Identificar y caracterizar las concepciones de un grupo de profesores de educación básica y media sobre la Educación Ambiental*”; se ha decido abordar dicha problemática central desde el enfoque del paradigma Interpretativo. Bajo esta perspectiva y según la profundidad se realizó un Estudio Descriptivo Piloto. La muestra estuvo conformada por 35 profesores (varones y mujeres) de educación básica de las áreas de Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Humanidades Lengua

Castellana, Matemáticas y Educación Primaria; quienes laboran en los municipios de Medellín, Envigado, Itagüí y Cauca en el departamento de Antioquia, República de Colombia.

Para la recolección de la información se aplicó un cuestionario a cada uno de los docentes. El instrumento se construyó en un curso de educación ambiental del profesor Santiago Aguaded (curso académico 2006/2007, Universidad de Huelva, España), y retomando algunas ideas y apartados textuales de otros autores que han investigado sobre las concepciones de los profesores en EA y que, a la vez utilizan cuestionarios para recabar los datos (en este caso los instrumentos utilizados por Jiménez y López, 2004; López, 2001) La primera versión del instrumento fue revisada por algunos profesores de la Universidad de Huelva y de la Universidad de Antioquia quienes hicieron las sugerencias pertinentes; en un segundo momento, el cuestionario revisado fue aplicado a diferentes maestros en la ciudad de Medellín, con el fin verificar que la información solicitada fuera realmente la que estaban aportando los participantes; así como, para revisar la redacción y organización del mismo. Finalmente, se construyó una versión definitiva de este instrumento, que en una primera instancia tenía como objetivo que fuera cumplimentado por 120 maestros, pero esta meta no se logró por la premura del tiempo para entregar el informe previo de la investigación. Sin embargo, este hecho no representó mayor dificultad para el cumplimiento de los fines propuestos en el trabajo, ya que, al tratarse de un estudio exploratorio con fines descriptivos, las sugerencias y aspectos por mejorar se tendrían en cuenta en una fase posterior del estudio.

El instrumento diseñado consta de tres partes diferenciadas así, la primera, una identificación de los sujetos participantes; la segunda, una pregunta cerrada con múltiples opciones de respuesta y tres cuestiones tipo escala Licker –relacionadas con la potenciación de la EA en la escuela; las dificultades para llevar a cabo la EA; las actividades que caracterizan la EA y, las estrategias de enseñanza y aprendizaje de la EA;- y la tercera, cinco preguntas abiertas que giran alrededor de tres temas centrales, la integración curricular de la EA, la concepción de ambiente y de problemática ambiental. Para el caso de este artículo y acorde con la limitación en la extensión del escrito, a continuación sólo se incluye el análisis y los resultados de la tercer parte.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos y su posterior análisis, se presentan a partir de los temas centrales estipulados en el párrafo anterior.

La concepción de ambiente

Las ideas de los docentes fueron categorizadas de acuerdo con las dimensiones ambientales que contenían sus respuestas a las preguntas ¿cómo defines el concepto de ambiente? y ¿qué elementos hacen parte del ambiente? dimensiones que incluyen los siguientes elementos del ambiente: físicos, naturales, sociales y culturales. En la gráfica No. 1 pueden apreciarse los resultados obtenidos luego de analizar el discurso escrito de los profesores participantes.

De acuerdo con lo anterior, las dimensiones físicas y naturales son reconocidas por los participantes como los principales componentes del ambiente. Sólo unos pocos sujetos suman un elemento más a su concepción de ambiente: la dimensión social o la cultural; y menos del 25% de la población los agrupa para configurar un marco referencial que lo asuma como un todo holístico, es decir, como una interacción dinámica de los componentes físicos, naturales, sociales y culturales. Algunas de las respuestas textuales de los docentes, ejemplifican la afirmación anterior:

- *“Es todo lo que nos rodea sea biótico o abiótico y como interacciona entre sí [...] factores abióticos: suelo, aire, temperatura, agua; factores bióticos: animales, plantas y hombre” A27, líneas 1-4. Perspectiva físico-natural.*

- 1-8; “El entorno físico en el cual llevamos a cabo nuestras actividades cotidianas [...] el aire, el clima, el ruido, los seres vivos, otros factores abióticos” Sujeto A19, líneas 1-8. *Perspectiva físico-natural*
- 1-9; “Es el conjunto de elementos naturales y artificiales que rodean a las personas y la influencia que ellos ejercen en su comportamiento [...] los espacios, la naturaleza (plantas, animales, fuentes de agua), las personas, las instituciones, el comercio y los medios de comunicación. A15. *Perspectiva holística*

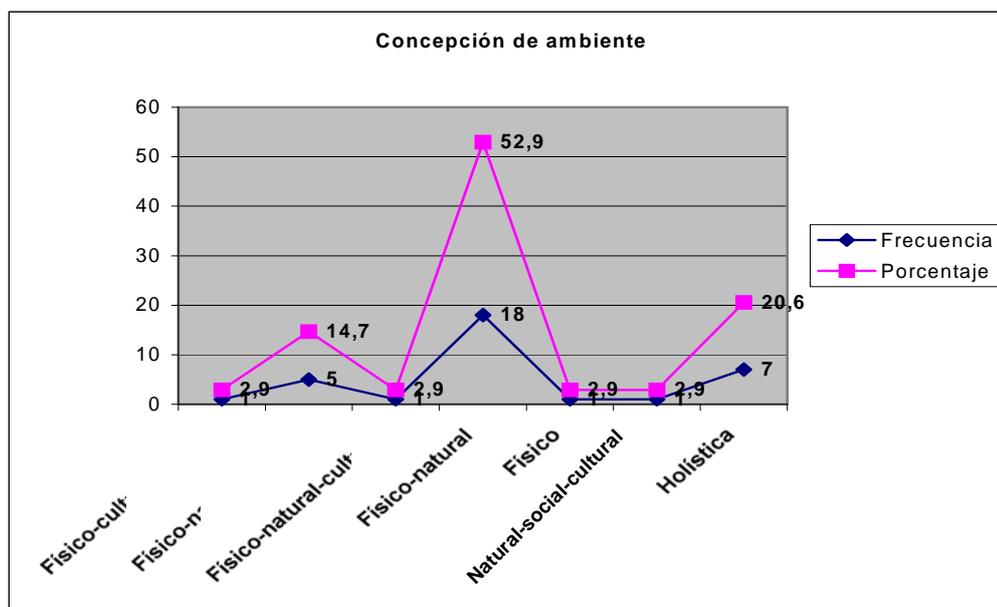


Figura 1. Elementos constitutivos de la concepción de ambiente

La concepción de problemática ambiental

Las ideas de los profesores sobre lo qué es una problemática ambiental guardan directa relación con sus concepciones acerca del ambiente. Son diversas las definiciones dadas por los maestros frente a la pregunta de cuándo se presenta una problemática ambiental. Luego de leer y analizar detalladamente cada uno de los enunciados expuestos por los docentes relativos a la problemática ambiental, surgen cuatro categorías emergentes; clasificación que se basa en el agente causante y en el tipo de situación ambiental que se genera en el ambiente; estas son:

- *Concepción centrada en el bienestar humano.* Algunos de los docentes consideran que el ambiente es un bien que está al servicio de los seres humanos, por tanto, una problemática ambiental se presenta cuando alguno de los componentes del medio “pierde su estado natural” afectando la calidad de vida del hombre; por ejemplo, *la sobrepoblación humana en espacios reducidos; los accidentes de tránsito; el ruido en exceso, tanto en la casa, el barrio o la escuela y, el manejo inadecuado de residuos sólidos.*
- *Concepción centrada en el ambiente físico o natural; causa interna.* Una problemática ambiental sucede cuando alguno de los elementos o factores ambientales pierde su estado natural causado por cambios en los mismos componentes del medio. Los sujetos participantes consideran los siguientes como ejemplos de este tipo de problemas: *los animales en descomposición; el desborde de ríos y quebradas; el agotamiento de las fuentes de agua y, la erosión.*

- *Concepción centrada en el ambiente físico o natural, causa externa (seres humanos)*. Una problemática ambiental sucede cuando alguno de los elementos o factores ambientales pierde su estado natural causado por cambios inducidos por el ser humano. La mayoría de problemáticas ambientales locales reconocidas por los maestros tienen que ver con esta categoría y los ejemplos que presentan son: *la erosión; la tala de árboles; la quema de bosques; la contaminación atmosférica; el desborde de ríos y quebradas; la contaminación del agua; el uso del suelo para la ganadería; la contaminación del suelo; el agotamiento de las fuentes de agua; el manejo inadecuado de residuos sólidos y, el uso en exceso de pesticidas e insecticidas*.
- *Concepción holística*. Una problemática ambiental puede ser causada por cambios en cualquiera de los elementos que hacen parte del ambiente; afectando tanto al ser humano y su sistema social, como al medio físico-natural y a las demás formas de vida. Algunas veces es el hombre quien la ocasiona, otras, es originada por eventos aleatorios de orden natural. Dos situaciones expresadas por los maestros, son un ejemplo concreto de problemáticas ambientales desde una perspectiva holística: *las dificultades en las relaciones interpersonales y con el medio y, las actitudes negativas de las personas frente a la conservación y protección del medio*.

Las frecuencias de las respuestas y su categorización para la concepción en cuestión, se aprecia en la Figura 2.

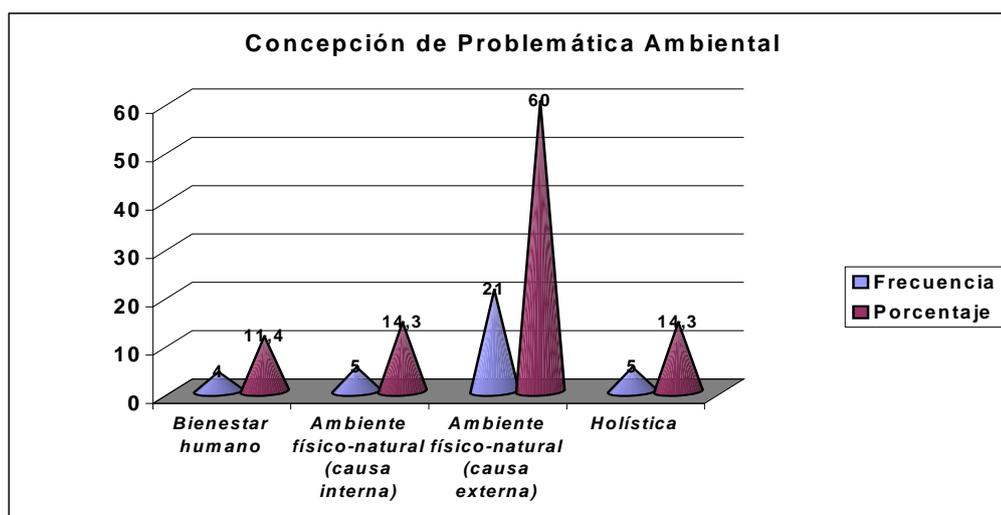


Figura 2. Frecuencias de las categorías que explican la concepción de problemática ambiental

La tipología de problemática ambiental más común es aquella en la cual el ambiente se ve afectado por causas externas, como las actividades y las acciones del ser humano (60.0% de los participantes apuntan hacia esta concepción) Las otras opciones aparecen con una frecuencia baja, indicando la heterogeneidad de pensamientos al respecto para esta muestra.

La integración curricular

Para la caracterización de las concepciones de los profesores, nos basamos en los aportes de Gutiérrez y Pozo (2006) quienes distinguen dos tipos generales de integración curricular de la educación ambiental:

-*Modelo de Transversalidad Interdisciplinar*. La EA como un área de conocimiento con entidad propia, que recibe aportes de las demás disciplinas del conocimiento

-*Modelo de Transversalidad Multidisciplinar*. La EA se convierte en eje transversal o asignatura integrada en todas las esferas del currículo

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

| Categoría | | Frecuencia | Porcentaje % |
|-----------------------|------------------|------------|--------------|
| Transversalidad (ATI) | Interdisciplinar | 0 | 0 |
| Transversalidad (BTM) | multidisciplinar | 22 | 62.85 |
| Sin Clasificar | | 13 | 37.14 |

Tabla 1. *Perspectiva de integración de la Educación Ambiental por parte de los profesores*

Con respecto a estos hallazgos, podemos decir que, a) la perspectiva de transversalización multidisciplinar es la opción que sustenta las concepciones de algo más de la mitad de los profesores sobre la integración curricular de la EA (62.85%), si bien, en sus respuestas no se hace manifiesta la estrategia para abordar la dimensión ambiental en los contenidos de las asignaturas ; casi siempre, son los proyectos de grupo o de escuela, los que permiten el diálogo de saberes y la aplicación de la EA y, b) que un 37.14% de las proposiciones de los profesores, al explicar cuál sería el tratamiento didáctico de la problemática ambiental que proponen como ejemplo, no se lograron caracterizar en las dos categorías predeterminadas, debido, a la ambigüedad o falta de información en sus respuestas.

CONCLUSIONES

Es importante resaltar un dato, casi todos los profesores a la hora de integrar la educación ambiental en la escuela proponen proyectos transversales que se ejecutan a manera de actividades extracurriculares o extraescolares y no como un contenido transversal en la programación central de las asignaturas obligatorias. Esto se debe a que, los profesores no saben como materializar un Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) o tal vez sus planteamientos son confusos y por tal motivo asumen los PRAES como un proyecto escolar que se aleja del ideal planteado en la Ley General de Educación, donde la EA debe estar incorporada en el currículo y su desarrollo estar en función de todo el plan de estudios.

Estas circunstancias plantean la necesidad de una evaluación minuciosa del decreto que reglamenta los Proyectos Ambientales Escolares y de los proyectos específicos en las instituciones educativas, con miras a comparar su interpretación de la estrategia de integración por medio de proyectos y lo que dicta realmente la legislación. Un argumento más coincide con las ideas anteriores. Los profesores expresaron que la mayor dificultad para llevar a cabo la EA en la escuela se relaciona con “*la rigidez de espacios, tiempo y horarios escolares, que impiden la realización de actividades propias de Educación Ambiental*” fácilmente se percibe una vez más que, los maestros no tienen clara la propuesta de integración de la EA por medio de los Proyectos Ambientales Escolares; porque de comprenderla, no señalarían al sistema escolar como el principal causante de inconvenientes a la hora de abordar la EA; se supone que éste, ofrece las herramientas y recursos necesarios para que la EA pueda ser transversal al currículo escolar.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, P., García, J., Fernández, M. J. (2004). Ideología ambiental del profesorado de educación secundaria obligatoria. Implicaciones didácticas y evidencias sobre la validez de un instrumento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 3 (3).

Domínguez, A. C. (1998). Capacitación de maestros de educación media. *Revista Iberoamericana de Educación*. 16, 49-64.

Gutiérrez, J., Pozo, T. (2006). Modelos Teóricos Contemporáneos y Marcos de Fundamentación de la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible. *Revista Iberoamericana de Educación*, 41, 21-68.

Jiménez, M., López, R. (2004) ¿Hace el profesorado verdaderamente educación ambiental cuando cree que lo hace? Análisis de algunas claves para responder a esta cuestión. *Innovación Educativa*. 14, 149-170.

López, R. (2001). Qué problemas preocupan principalmente al profesorado, para llevar a cabo educación ambiental. *Profesorado, Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, 5 (2).

Torres, M. (1998). La educación ambiental: una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. La experiencia de Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*. 16, 23-48

Afirmaciones de los Profesores de Secundaria sobre metodología, evaluación y otros aspectos de su trabajo

Romero, F., de Pro Bueno, A.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

pacorom@um.es

RESUMEN

El trabajo que presentamos forma parte de un proyecto de investigación más amplio que trató de identificar el perfil de innovación que planteaba la reforma LOGSE y contrastarlo con el perfil de uso. Aunque han sido muchos los ámbitos estudiados, en esta aportación nos centramos en cómo fue interpretado por el profesorado de secundaria, cómo intentaron los docentes llevarlo al aula o a los centros, qué dificultades tuvieron, cómo las resolvieron, etc. Se han entrevistado a 20 profesores de diferentes centros, procedencia disciplinar y experiencia. Los resultados esbozan una situación preocupante que no sólo condicionó lo que se hizo sino probablemente lo que se debe o se va a tener que hacer.

Palabras clave

Reforma LOGSE. Perfil de innovación. Opinión del profesorado. Educación Secundaria.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los procesos de reforma se han convertido en un objeto de atención y estudio convenientemente delimitado. En gran medida, los avances que se han producido en el conocimiento de estos procesos han venido de que la investigación ha ido concentrando su atención sobre lo que parece más importante: el *desarrollo* de los procesos de innovación. No obstante para Escudero (1992) el conocimiento de los fenómenos generales en torno al cambio educativo nos deja claro que es necesario descartar la posibilidad de creación de una teoría con capacidad prescriptiva y con una tecnología clara para las reformas en educación (sin que por ello se deba desconocer o renunciar, a ciertas ideas y concepciones que han sido sistematizadas desde la investigación y la práctica educativa habitual) pero, al mismo tiempo, es necesario profundizar en los aspectos sociales del desarrollo, hasta ahora mal conocidos y poco investigados. Así, las perspectivas de la investigación han ido moviéndose desde enfoques técnicos hacia modelos culturales y políticos que ponen de relieve la existencia de una doble faceta interrelacionada: el propio diseño y planificación del cambio como proyecto, y la posición de los profesores ante el mismo, desarrollando un papel de auténtico agente curricular, *interpretando y redefiniendo las propuestas innovadoras* desde sus personales formas de entender y definir la enseñanza. Es en este marco en el que está situado el trabajo que presentamos en esta comunicación.

PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

El paso del tiempo nos permite tener una perspectiva adecuada para poder valorar los múltiples factores que confluieron en el diseño, experimentación, generalización y resultados de las innovaciones promovidas por la Reforma LOGSE. Creemos que es necesario aprender de lo que se

ha realizado, dado que seguimos inmersos en procesos reformativos que, supuestamente, pretenden subsanar las deficiencias de aquél, por lo que tiene sentido querer encontrar respuestas al interrogante

¿Qué cambió realmente con la Reforma LOGSE?

Nuestro propósito ha sido explorar, en el contexto geográfico de la Región de Murcia, determinados aspectos, referidos al proceso de cambio que, en la enseñanza de las ciencias en la E.S.O., supuso el desarrollo de dicha reforma: sobre los proyectos curriculares elaborados en los centros (Pro, 2006, 2007; Romero y Pro, 2009), sobre cómo se trasladó a los libros de texto (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008)...

En el trabajo que presentamos hemos querido conocer y analizar la visión del profesorado sobre diversos aspectos de su práctica docente: la *metodología* que practican, los procedimientos de *evaluación* que utilizan, la *coordinación* que se da entre ellos, y otros aspectos relacionados.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el propósito de nuestro trabajo, hemos realizado entrevistas “semiestructuradas”, con cuestiones que giraban alrededor de unos núcleos temáticos: metodología, evaluación y coordinación. Esta elección respondía, por una parte, a su importancia “per se” para los propósitos de nuestra investigación y, por otra, a que se había realizado un análisis documental de las programaciones didácticas realizadas por estos profesores (Romero y Pro, 2009), con lo que ampliábamos la información y completábamos la recogida en aquellas.

Se realizaron veinte entrevistas. Para su selección, el principal criterio fue el de oportunidad: entrevistamos a aquellos que se prestaron a ello. Cabe destacar que dieciocho tenían una antigüedad como profesores o maestros de más de quince años. Todas las entrevistas pudieron grabarse, salvo dos, de las que se tomaron las oportunas notas.

El análisis de la información obtenida se ha hecho siguiendo un procedimiento deductivo; partiendo de la guía de entrevista, se estableció un conjunto de categorías alrededor de los núcleos temáticos objeto de las entrevistas, en las que quedaría englobada toda la información contenida en las transcripciones, construyendo matrices de información de las que se han extraído conclusiones sobre cada uno de los temas explorados.

RESULTADOS

Presentamos una síntesis de la información recogida. Cada cuestión se corresponde con una de las categorías utilizadas.

¿Son las “ideas previas” un elemento que tiene presente el profesorado en su enseñanza?

El término de “ideas previas” es confuso entre el profesorado. En ocasiones, se refiere más a los conocimientos académicos “anteriores” o “necesarios” de distintos conceptos, que a concepciones “espontáneas” o conformadas por la propia experiencia de los alumnos. No obstante, es un elemento presente entre la mayoría de los docentes, que lo conoce y, en cierto modo, lo valora y se sirve de él, aunque no de un modo regular y riguroso (en un caso se reconoce que, valorando su importancia, después no sabe qué hacer con ellas). Así, la exploración de “ideas previas” no es primordial y menos usarlas posteriormente en la planificación. El instrumento más utilizado para identificarlas es la “exploración verbal” al gran grupo. Esto permite al profesor obtener una información somera sobre lo que los alumnos “saben”. En pocos casos se utilizan cuestionarios escritos.

¿Qué actividades iniciales de introducción-motivación hacen los profesores?

El análisis de las respuestas dadas sobre las actividades iniciales, nos dice que no siempre se da una planificación expresa de las mismas, de modo que se suele reducir a señalar “de qué va el tema”, plantear algunas preguntas el profesor o realizar lecturas, ver películas de video, etc. En estos casos, se plantean comentarios y hasta debates.

¿Qué tareas se hacen en la clase ordinaria y en qué orden?

El tipo de actividades desarrolladas por el profesorado es el primer eslabón para conocer su “práctica real”. Al respecto, encontramos que la secuencia de actividades más típica que los profesores desarrollan es: Explicación, Realización de actividades escritas por parte de los alumnos y Explicación de nuevo por parte del profesor de aquellas cuestiones más dudosas o ampliación de su explicación inicial; en algún caso, se resuelven antes las tareas encomendadas el día anterior.

De modo minoritario, la explicación del profesor sigue a una tarea inicial de los alumnos, y son muy pocos los que desarrollan su trabajo a partir de las actividades realizadas por los alumnos.

Al subir de curso la enseñanza se “teoriza” más. La explicación está más presente. Es decir, para algunos profesores, las actividades no se plantean por su bondad en sí, sino porque suponen una ocupación más sencilla que la de atender a las explicaciones. Éstas proceden tanto del libro de texto (fundamentalmente) como de materiales de elaboración propia. Los que centran el desarrollo de sus clases en las tareas que realizan los alumnos, suelen diseñar y elaborar dichas actividades.

¿Se hacen actividades prácticas?

Nadie declara de modo rotundo que no se hacen actividades prácticas. La realización de las mismas está sentida como una parte fundamental de la enseñanza de las ciencias, al margen de que algunas de las declaraciones presentan escaso entusiasmo a la hora de relatarlas. Así, se habla de que se hacen, con mayor o menor asiduidad; a veces, incluso, se manifiesta que se realizan como experiencia de cátedra cuando no es viable que la hagan los alumnos, en el laboratorio o en la clase...

Pero también son abundantes las referencias a la falta de profesores de apoyo para los desdobles, a la escasez de medios, a la deficiencia de las instalaciones, etc. Objeciones que pueden interpretarse como una falta de compromiso real para el desarrollo de un tipo de actividad que, paradójicamente, se entiende como primordial.

¿Se mandan tareas para casa?

Entre los profesores entrevistados, prácticamente todos, con mayor o menor asiduidad, mandan “deberes” para que sus alumnos los hagan en casa.

Predominan los ejercicios o actividades del libro de texto, aunque también se pide la realización de resúmenes (de lo hecho en clase, de alguna lectura, de búsquedas bibliográficas).

Algunos mandan tareas en función del tipo de alumnos (si son más “adelantados”, ejercicios de ampliación; si menos, que terminen las de clase) o del curso (en 4º de E.S.O. más que en 3º).

¿Cómo organizan los profesores a sus alumnos?

Si resumiéramos las respuestas, podríamos decir que todos los entrevistados afirman que sus alumnos trabajan en grupo. Ahora bien, en unos casos, esto quiere decir ocasionalmente y, en otros, se considera como tal al intercambio de comunicación que se produce entre los que se sientan en mesas adyacentes o a la libertad que les otorgan para que se comuniquen unos con otros desde sus

puestos. Es decir, nadie rechaza el trabajo en equipo, se valora y se reconoce cómo necesario (sobre todo en el laboratorio), pero se practica poco, al menos de forma continuada.

El trabajo en grupo, entendido éste como el desarrollo de tareas (ordinarias, no prácticas o experimentales) en equipo de cuatro, cinco o seis alumnos, organizados dentro del aula con una disposición adecuada del mobiliario y con la intencionalidad de que colaboren para que se dé una construcción social de conocimiento es, en realidad, escaso.

Sólo en contados casos lo podemos deducir de las respuestas y aparece con entrevistados que centran su enseñanza en las actividades de sus alumnos.

Si queremos ahondar en las razones que llevan al profesorado a proponer para sus alumnos, de forma mayoritaria, un trabajo individual, nos encontramos con ejemplos que van, desde la creencia en la necesidad del esfuerzo personal, hasta la expresa desconfianza hacia el trabajo en equipo, pasando por el reconocimiento de la dificultad de dirigir a los alumnos trabajando en grupo por falta de formación.

¿Cómo sigue el profesor las tareas que propone a sus alumnos en clase?

El papel más extendido del profesor de ciencias, consiste en proponer a sus alumnos actividades escritas (después o antes de explicar determinados contenidos) para, tras finalizarlas, corregirlas, bien él solo o apoyándose en las respuestas de un alumno que ha “salido a la pizarra”, y aclarando las dudas que le plantean en esta puesta en común final. Si se trabaja en equipo, el perfil es distinto.

El profesor atiende a los alumnos en su trabajo conjunto, dirige al gran grupo y, llegado el caso, expone y aclara en la pizarra lo que es necesario.

¿Procuran los profesores desarrollar en su enseñanza contenidos cercanos a los alumnos?

Los contenidos cercanos o próximos a la experiencia de los alumnos no parece ser un tema que ocupe un lugar muy importante entre el profesorado. “Hay que enseñar las ciencias que les piden en la universidad”.

La mayoría pone ejemplos de su uso, bastante anecdóticos, aunque éste no parezca que responda a una intencionalidad expresa.

¿Con qué materiales trabajan los alumnos y los profesores?

Cuando se realiza esta pregunta, la respuesta casi unánime es con el libro de texto (y con su cuaderno). También es general complementar éste con materiales de otros libros (normalmente fotocopiados). En contadas ocasiones se utilizan materiales propios del profesor (hojas de actividades, programas-guía, etc.).

Algunos, aún usándolo, “descalifican” el libro de texto, no terminan de estar “a gusto”... En general, expresan una crítica (severa en algunos casos) al uso de este recurso, por sus limitaciones, porque quita libertad al profesor, etc. pero... sigue siendo nuestro principal instrumento de enseñanza. Hay una resistencia a perder la comodidad que supone su uso.

Por otra parte, no es corriente el uso de medios tecnológicos (proyectores o similares) que le faciliten el desarrollo de sus clases. Se puede afirmar, con preocupación, que el mundo de las tecnologías de la información y comunicación no ha incidido en la enseñanza de las ciencias.

¿Qué tipo de pruebas hacen los profesores para evaluar los conocimientos de sus alumnos?

Todos realizan exámenes, pruebas escritas, para evaluar a sus alumnos. Uno por tema, normalmente y suelen revisarse en clase.

Consisten, básicamente, en preguntas de “teoría”, es decir, definiciones, preguntas conceptuales, de “razonamiento”... con una presencia menor de ejercicios o problemas y muy pequeña de otros procedimientos. Las actitudes no aparecen.

¿Qué tienen en cuenta los profesores para calificar a sus alumnos? ¿Cómo son los resultados de éstos? ¿Tienen repercusiones en la planificación y desarrollo de la enseñanza por parte de los profesores?

Cuando preguntamos a los profesores qué es lo que tienen que hacer sus alumnos para “aprobar”, nos encontramos que todos tienen en cuenta, además de los exámenes, otros elementos: el cuaderno de clase, la actitud, el cumplimiento de las tareas, etc. Pero, para obtener una calificación positiva en un periodo de evaluación, los alumnos tienen que realizar bien las pruebas escritas, ya que éstas contribuyen con un peso variable, pero fundamental, a dicha calificación. Los demás aspectos, se tienen en cuenta con un peso muy inferior.

Cuando se pregunta por los resultados académicos de sus alumnos, nos encontramos con opiniones que se reparten casi a partes iguales entre los que afirman que estos son buenos o satisfactorios y los que declaran que son “flojos”. Algunos profesores ligan los resultados que obtiene en distintos grupos al curso (mejores, aunque no siempre, en 4º que en 3º). Otros los ligan a las optativas que los alumnos eligen, como si la elección determinara, en parte, la disposición al estudio, a la “aplicación” por parte de éstos.

Cuando nos referimos a las repercusiones que tienen los malos resultados de los alumnos, es decir, a si colegiadamente, toman algún tipo de medidas en su programación y en su enseñanza para afrontarlos, nos encontramos, en primer lugar, con los que dicen que sí, que los resultados se analizan en el departamento y repercuten en la toma de decisiones del mismo. Son los menos. Un segundo grupo dice que sí se analizan, comentan o sirven de tema de discusión pero no se hace nada al respecto, o muy poco, a veces..., éstos son los más. También hay quien afirma que ni se analizan dichos resultados ni se toma ningún tipo de medidas. En cualquier caso, tal análisis no parece que implique cambios metodológicos: principalmente se recortan contenidos o se preparan actividades de recuperación.

¿Hay coordinación entre los maestros de primer ciclo y los profesores de Secundaria?

La respuesta a esta pregunta se ha visto muy limitada por las entrevistas que finalmente pudimos realizar. En sólo siete institutos, tenían implantado el primer ciclo de E.S.O. y sólo en tres casos se entrevistaron a maestros, por lo que la cuestión de su coordinación no ha sido, ni mucho menos, relevante entre la información obtenida.

No obstante, podemos distinguir entre las declaraciones que hacen los profesores de Secundaria y las de los maestros: Los primeros afirman que se da algún tipo de coordinación con el primer ciclo, aunque no de forma continua. Cuando escuchamos las respuestas de los maestros nos encontramos, por el contrario, con que su punto de vista es que no hay ninguna coordinación.

¿En qué consiste, si la hay, la coordinación entre distintos departamentos y dentro de ellos?

Aquí hemos buscado dos tipos de respuestas: la que hace referencia a la coordinación entre distintos departamentos y la que se da entre profesores del mismo departamento. Prácticamente, sólo se da una cierta coordinación, entre los departamentos de Física y Química y Ciencias Naturales, cuando

se ha tenido que hacer la evaluación conjunta, entre profesorado de ambos departamentos, del Área de Ciencias de la Naturaleza. Cualquier otro tipo de coordinación es escasa; podemos decir que es inexistente.

La coordinación dentro del Departamento está también por los suelos. Ésta se da en pocos casos, y se centra fundamentalmente en el intercambio de materiales, la realización de las prácticas, plantear conjuntamente exámenes y a hablar de la marcha del curso.

Una queja frecuente entre el profesorado: La falta de motivación de los alumnos y los problemas de comportamiento en clase.

Este es un tema sobrevenido al hacer las entrevistas. En ellas nos hemos encontrado frecuentemente con que el profesorado, en el contexto de las cuestiones que se iban planteando, sacaba a la luz una cierta desilusión -cuando no frustración- sobre dos aspectos muy concretos que afectaban a su visión de las cosas: la falta de motivación de los alumnos y los problemas de comportamiento en clase de éstos. Hasta nueve profesores se han referido a estos temas de modo directo y explícito, siendo normal, en el resto, comentarios cortos que expresan la misma “queja”.

Los testimonios muestran, en algún caso, una honda preocupación que, de alguna manera, nos está diciendo que en las aulas de nuestros institutos se están produciendo fenómenos que tienen especial incidencia sobre el trabajo de los profesores en general ya que, con seguridad, no estamos ante una apreciación exclusiva del profesorado de Ciencias. Fenómenos que, sin duda, tienen que ver con lo que acabamos de decir respecto a la impotencia del profesorado para abordar la atención a la diversidad, y, que se ve como frustrante cuando se asiste al mismo desde unas carencias formativas acusadas.

CONCLUSIONES

A la hora de valorar cómo el profesorado entrevistado entiende y asume los principios innovadores de la Reforma LOGSE, podemos decir que encontramos luces y sombras. Los profesores conocen y asumen aquellos principios más “reconocibles” de la reforma (importancia de las ideas previas, actividad centrada en el alumno, relevancia de las actividades prácticas y del trabajo en equipo, etc.) pero muy pocos los ponen en práctica de forma regular y continuada.

La visión que ofrece la mayoría, en sus declaraciones sobre la enseñanza que practican, es bastante tradicional y poco innovadora, aunque con un gran sentido profesional de la misma. Un sentido muy individualista, que se refleja en una escasa coordinación entre ellos y en una visión, muchas veces, de impotencia ante los retos que tiene planteados.

BIBLIOGRAFÍA

- Escudero, J. M. (1992). *Formación y Cambio Educativo*. Murcia: Documentos de trabajo del Centro de Profesores de Murcia.
- Pro, A. (2006). Perfil de la reforma LOGSE y perfil de uso. Los fundamentos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), pp. 337-356.
- Pro, A. (2007). Los contenidos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de secundaria en la implantación de la reforma LOGSE”. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), pp. 367-386.
- Pro, A., Romero, F. (2002). ¿Cómo se han trasladado los contenidos que planteaba la Reforma a las programaciones de los profesores? En Elortegui et al.: *Relación Secundaria Universidad*, pp. 725-733. La Laguna: Serv. Publicaciones Universidad.

Pro, A., Sánchez, G., Valcárcel, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), pp. 189-206.

Romero, F., Pro, A. (2009). *¿Cómo se plasma una reforma educativa en las programaciones didácticas del profesorado?* Comunicación presentada al VI Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona.

Construcción de evidencias en torno al río con alumnado de centros rurales de Educación Primaria.

Cortés Gracia, A.L. (1), de la Gándara Gómez, M. (1), Calvo Hernández, J.M. (1), Gil Quílez, M.J. (1), Martínez Peña, B. (1), Dies Álvarez, M.E. (1), Sevillano Abad, T. (2)

*(1) Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Zaragoza;
(2) Centro Rural de Innovación Educativa "Venta del Olivar", Zaragoza.*

acortes@unizar.es

RESUMEN

En este trabajo se presenta los resultados de una experiencia llevada a cabo con alumnado de varios centros rurales de Educación Primaria en un contexto de enseñanza no reglada. Tomando el río como elemento articulador de las actividades de indagación, se plantean cuestiones y tareas con el objetivo de desarrollar capacidades de observación del medio, búsqueda y construcción de evidencias, argumentación, etc. Todo ello, fuera del ámbito escolar convencional y fomentando el trabajo cooperativo con niñas y niños del mismo centro educativo así como con escolares de otros centros de localidades distintas con los que comparten la actividad. La interacción entre los escolares de diversas procedencias y el profesorado de estos centros, del Centro Rural de Innovación Educativa (CRIE), de maestros en formación y profesorado universitario, resulta enriquecedora a la vez que muestra las posibilidades de aplicación de este tipo de estrategias didácticas para el aprendizaje de las ciencias desde las primeras etapas educativas.

Palabras clave

Educación Primaria, indagación, evidencias, trabajo de campo

INTRODUCCIÓN

Una alternativa al modelo tradicional de enseñanza de las ciencias pasaría por entender la génesis de la ciencia como un proceso largo y complejo de construcción de teorías y modelos explicativos en relación con los fenómenos naturales, un proceso en el que tanto la experiencia como las palabras que se van utilizando juegan un papel importante (Pujol, 2003). Desde esta perspectiva, lo importante es diseñar actividades que permitan, desde los primeros niveles educativos, promover la expresión de las propias ideas sobre el objeto de estudio, la búsqueda de evidencias científicas frente a suposiciones no fundamentadas, el contraste entre ellas y el planteamiento de preguntas significativas. Se trata de que estas actividades permitan plantear nuevas preguntas, predecir situaciones futuras y argumentar sobre sus puntos de vista.

La realización de actividades prácticas permite aumentar el interés de los alumnos, conocer conceptos y procedimientos científicos, adquirir nuevas competencias que permiten a los alumnos alcanzar nuevos conocimientos y ayuda a clarificar sus ideas acerca de la naturaleza de la ciencia. En la actualidad, la tendencia sugerida por los informes de la Unión Europea (Rocard, 2007; Osborne y Dillon, 2008), en el ámbito norteamericano (National Research Council, 2000) y por los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias (Jiménez Aleixandre, 1998 y 2000; Izquierdo et al., 1999; Sanmartí, 2002; Pujol, 2003; entre otras) es que, para poder obtener ciudadanos formados científicamente para el siglo XXI, es necesario llevar a cabo una enseñanza

por indagación. Pero para ello, necesitamos revisar radicalmente la manera en que se está enseñando la ciencia en nuestras escuelas (Gil Quílez et al., 2008).

Según el National Research Council (2000), se habla de indagación (*inquiry*) en la clase de ciencias cuando aparece una serie de pasos que va desde las observaciones a las explicaciones:

- Mostrar curiosidad, definir cuestiones a partir del conocimiento ordinario.
- Proponer explicaciones o hipótesis preliminares.
- Planificar y llevar a cabo una pequeña investigación.
- Registrar evidencias a partir de la observación.
- Formular explicaciones basadas en las evidencias.
- Considerar otras explicaciones.
- Comunicar al profesor y al resto de la clase las explicaciones.
- Discutir las discrepancias y validar las explicaciones.

La construcción y utilización de evidencias sobre un tema determinado del entorno natural permite trabajar conceptos de ciencias, utilizando metodologías propias de la indagación y desarrollando habilidades de argumentación.

En este trabajo se presenta una actividad llevada a cabo durante el curso 2009-2010 dentro de un proyecto de cooperación entre el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y el Centro Rural de Innovación Educativa (CRIE) “Venta del Olivar”, de Zaragoza. La colaboración entre el departamento universitario y el CRIE comenzó en el curso 2008-2009 con la realización de pequeñas actividades en contextos de indagación en las que participaron unos 300 estudiantes de 12 centros educativos distintos de las provincias de Huesca y Zaragoza (De la Gándara Gómez et al., 2009). Este nuevo proyecto, integrado en el programa semanal “Ciencia y Medio Ambiente” del CRIE, ha conllevado la realización, durante 6 semanas consecutivas, de actividades en torno al río con un número similar de niños y niñas del último ciclo de Educación Primaria.

La recogida de datos y construcción de evidencias en el medio natural (en este caso, el río y sus riberas) facilita la contextualización de los problemas planteados en la actividad así como integrar el conocimiento procedente de otras áreas (cuestiones culturales, sociales, económicas, emocionales, etc.). Con ello, pretendemos alcanzar, entre otros, los siguientes objetivos:

- 1) Desarrollar en el alumnado la capacidad de observación para la búsqueda de evidencias en las que sustentar sus razonamientos. Desarrollar capacidades que permitan a los alumnos orientarse en el medio de forma que puedan contextualizar las evidencias en el espacio.
- 2) Desarrollar actitudes inherentes al trabajo cooperativo: corresponsabilidad, creatividad y espíritu crítico, como vía de acceso al conocimiento científico escolar.
- 3) Implicar al profesorado en actividades de indagación en un contexto no reglado como paso previo a la introducción de estas metodologías en las aulas de Primaria.

UNA SALIDA AL CAMPO PARA “INVESTIGAR” EN TORNO AL RÍO

La localidad de Muel está situada en el valle del río Huerva, al Sur de Zaragoza. En torno a ese río existe un conjunto de elementos culturales y lúdicos muy visitados por los escolares de la región: el parque, la presa romana, la ermita con pinturas de Goya (situada sobre la propia presa), una sala de exposiciones en el molino fluvial, la escuela-taller de cerámica (cuyos barnices tradicionales se obtenían machacando minerales en el antiguo molino del río)... Todo este patrimonio no tendría

sentido sin la presencia de un elemento fundamental: el río Huerva. Sin embargo, muchas de las actividades escolares se realizan “de espaldas al río”, es decir, sin detenerse en la observación de su cauce, sus riberas, la vegetación y la fauna, así como en las numerosas modificaciones que los habitantes de la zona han ido introduciendo a lo largo de más de 2000 años y sus consecuencias.

Tipos de actividades realizadas

La secuencia de actividades comienza con una salida de campo al río Huerva en Muel, donde se realiza la observación y toma de datos sobre los distintos elementos que componen el río y sus riberas. Los niños y niñas se dividen en dos grupos de unos 25 escolares (acompañados por 3-4 profesores/as cada uno) que, trabajando en pequeños equipos, utilizan una serie de fichas de observación y registro de datos adaptadas a su nivel educativo. Durante esta actividad deben observar el entorno, orientarse y situarse sobre el mapa, hacer esquemas y responder a varias preguntas planteadas por el profesorado. Se recogen muestras dentro del cauce del río, así como en sus orillas. Estas muestras serán estudiadas posteriormente en otra sesión en los laboratorios de la Facultad de Educación, para lo que utilizarán lupas binoculares y fichas de identificación adaptadas a su edad. Todos estos datos permitirán la construcción de evidencias y su uso posterior para la resolución de los problemas que se puedan plantear. Algunos de los resultados así como las experiencias acumuladas a lo largo de la semana se hacen explícitas en el blog vinculado a la página web del CRIE (<http://criezara.educa.aragon.es>), donde todos los escolares participantes en las distintas semanas comparten sus vivencias.

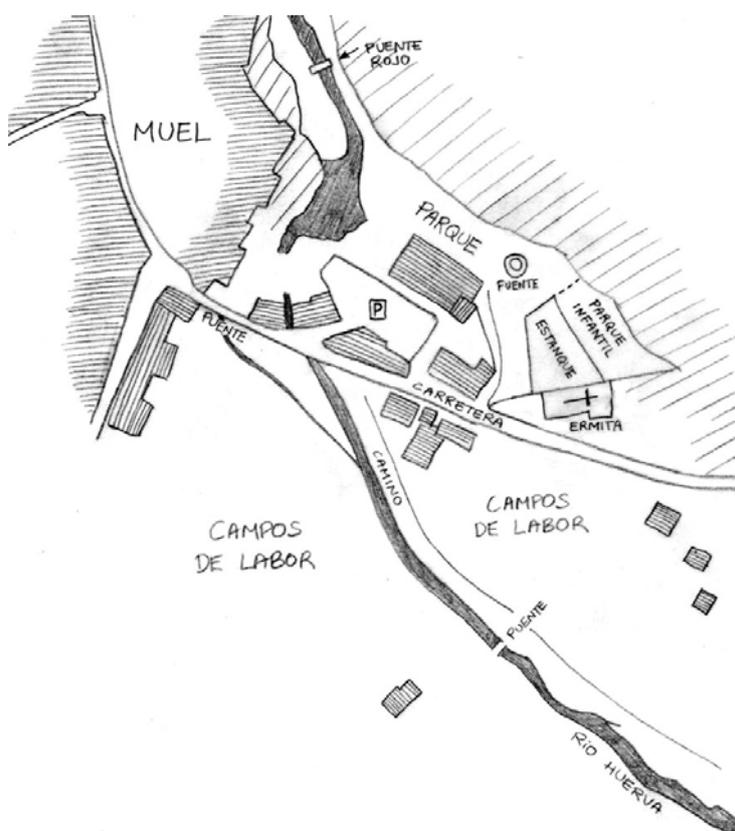


Figura 1. Mapa de la zona visitada. No se incluye la orientación (Norte) ni la escala, ya que estos datos deben ser encontrados por el alumnado con las herramientas proporcionadas por el profesorado. Como referencia para el lector, el Norte se encuentra arriba y la escala viene determinada por la longitud de la pared más corta del estanque (18 m en la realidad).

El trabajo de campo

Al llegar a Muel, los estudiantes reciben un guión que contiene mapas (figura 1) y diversas preguntas que orientan la observación. La mitad de ellos comienza trabajando en la zona del parque mientras los otros trabajan en el tramo del río que se encuentra al sur de la carretera. A lo largo de la mañana los grupos cambian la zona de trabajo para tener información de ambos sectores, ya que hay preguntas que sólo pueden ser respondidas una vez visitadas las dos zonas.

Para comenzar, se les plantean tres cuestiones generales que deben resolver a lo largo de la mañana: 1) marcar sobre el mapa el recorrido realizado (saber situarse sobre el mapa en todo momento), 2) determinar dónde está el Norte (orientarse mediante un sistema de referencia compartido) y 3) averiguar la escala del mapa (buscar elementos reales concretos para comparar sus dimensiones con las que aparecen en el mapa).

En cada una de las zonas de trabajo se plantean algunas pautas de observación y diversas preguntas: observa... ¿cómo es el agua? ¿qué se observa en el fondo? ¿cuál es el sentido de la corriente? ¿cómo son las orillas? ¿de dónde viene y adónde va el agua? sitúa la cascada sobre el mapa, entre otras. Se insiste en que determinen qué zonas consideran “naturales” y cuáles “artificiales” (o modificadas por los humanos) y, sobre todo, que indiquen en qué basan sus afirmaciones. También se les plantean algunas preguntas cuya respuesta necesita la observación de ambas zonas: ¿de dónde viene el agua de la cascada? ¿dónde va el agua tras desaparecer bajo la carretera?

RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Una parte de los estudiantes tiene de inicio problemas con la situación sobre el mapa y la orientación. En muchos casos, el profesorado debe dirigir la observación hacia elementos claramente identificables en el paisaje (puente rojo, ermita, carretera). Al preguntar por los puntos cardinales (más concretamente por el Norte), algunas niñas y niños tienden a señalar “hacia el frente” sin más consideraciones. Otros indican que “si la corriente del río va hacia el Sur... el Norte estará en dirección contraria” (en la provincia de Huesca, de donde proceden muchos escolares, casi todos los ríos “bajan hacia el Sur”, aunque en este caso es al contrario).

Algunas de estas cuestiones iniciales implican la utilización de instrumental adecuado o la aplicación de conocimientos previos muy concretos: la localización del Norte mediante la brújula (se dispone de varias), o la observación de la posición del Sol, la existencia de musgos y líquenes sobre los troncos de algunos árboles, etc. En cualquier caso, según la experiencia llevada a cabo en este curso, es el propio alumnado quien demanda el uso de la brújula o propone la observación de las zonas de umbría. Del mismo modo, para el cálculo de la escala, las niñas y niños indican la necesidad de una regla para medir sobre el mapa y “algo para poder medir algún objeto real”. En este caso, se dispone de una cinta métrica de 20 m con la que se miden elementos rectilíneos fácilmente reconocibles sobre el mapa y en la realidad (por ejemplo, la pared corta del estanque mide 1 cm en el mapa proporcionado y unos 18 m en la realidad). Las medidas son realizadas por las niñas y niños con la ayuda del profesorado.

Durante la visita, se aprecia una diferencia muy significativa entre la temperatura del agua del río y la del estanque, que recibe agua del manantial y se canaliza paralela al río: al meter la mano, el agua del río está “muy fría” (las salidas tienen lugar durante el invierno), mientras el agua del estanque y la canalizada están “más calientes”. Para cuantificar estos datos se usa un termómetro colgado de un cordel que los niños introducen en distintos puntos del recorrido, anotando los diferentes valores recogidos (desde 3-4° C en el propio río a 13-14° C en la salida del manantial). Esto permite plantear nuevas preguntas sobre cuáles son las causas de estas diferencias y sobre el posible origen del agua del manantial. La idea que casi todos tienen clara es que, pese a estar muy próximas, el agua del río y la del estanque tienen un origen y una historia muy diferentes. La transparencia del

agua del manantial y las plantas acuáticas del fondo del estanque también contrastan mucho con el aspecto del agua (más turbia) y el lecho del río, con cantos rodados, limos y escasa vegetación, reforzando la idea citada. Evidentemente, se necesita la ayuda del profesor para explicar las causas.

La parte sur muestra buenos ejemplos de las modificaciones llevadas a cabo en el río y que son claramente identificados por los escolares: la canalización de los márgenes con grandes bloques, una presa lateral de hormigón que separa una canalización secundaria del río, varios puentes, algunas especies arbóreas plantadas junto a la orilla, entre otras. En este caso, un pequeño puente marca la frontera entre el cauce canalizado y el tramo natural del río, que presenta orillas de escasa pendiente, barras laterales formadas por la acumulación de limos y cantos, suaves meandros y vegetación típica de los bosque de ribera (chopos, sauces, zarzas). En algunos tramos con carrizos y aneas, se esconden aves acuáticas, como la polla de agua (*Gallinula chloropus*), que suelen sorprender al alumnado durante la observación.

OTRAS ACTIVIDADES

Dos días después de trabajar en el campo, las niñas y niños se trasladan a la Facultad de Educación, donde realizan una pequeña actividad que incluye el manejo de la lupa binocular para la identificación de pequeños organismos acuáticos, usando fichas sencillas adaptadas a su nivel educativo. Algunas de las muestras han sido recogidas durante la propia excursión, mientras otras han sido preparadas previamente por el profesorado para asegurar un material que puede ser difícil de encontrar en determinadas épocas del año o complicado de obtener desde el punto de vista de la seguridad del alumnado.

Al finalizar la semana, los escolares llevan a cabo una actividad en el CRIE que consiste en comentar en el blog del centro experiencias, anécdotas, aprendizajes, etc. relacionadas con las actividades citadas (tabla 1). Aunque los comentarios en el blog no proporcionan demasiada información sobre el aprendizaje efectivo del alumnado (ya que tampoco era el objetivo del mismo), sí que ponen de manifiesto la implicación de los niños y niñas de Primaria en este tipo de actividades. Independientemente de los contenidos concretos y algunas ideas alternativas, se han desarrollado capacidades de observación, toma de datos y trabajo cooperativo con entusiasmo (pese a las inclemencias meteorológicas soportadas por los escolares durante el invierno de 2010).

| |
|---|
| Fue muy divertido analizarlos, nos sentíamos expertos científicos. |
| Hemos aprendido de donde venía el agua del estanque, del río y del manantial. También hemos aprendido por qué las aguas del Río estaban más frías que las del estanque. |
| ... medimos los grados del agua del río Huerva, vimos como eran las orillas y pudimos observar la dirección del río. |

Tabla 1. Algunas frases extraídas del blog del CRIE (<http://criezara.educa.aragon.es>)

CONSIDERACIONES FINALES

La experiencia descrita en este trabajo muestra las posibilidades didácticas que ofrece el planteamiento de estrategias de indagación y el trabajo de campo en Educación Primaria. Aunque ha sido llevada a cabo en un contexto no reglado a lo largo de una semana que muchos considerarían lúdica, el grado de implicación de los escolares ha sido muy alto (la mayoría se ofrecían a colaborar, medir, buscar, muestrear, etc. con mucho entusiasmo). Este entusiasmo (percibido por el profesorado y declarado por las niñas y niños en el blog) responde a la posibilidad

de enfrentarse a tareas de aprendizaje no convencionales para las que tenían que buscar respuestas “en el medio” trabajando en grupo y con relativa autonomía.

Durante la actividad han aflorado diversas ideas previas del alumnado que han servido para introducir y discutir sobre el terreno algunos conceptos científicos: mapas (escala, orientación), características del agua (transparencia, temperatura), río (cauce, márgenes, lecho, sentido y velocidad de la corriente, seres vivos), modificaciones humanas (presas, canalizaciones, estanque, cascadas, molino), etc.

Todo lo anterior nos invita a pensar que es posible trabajar en contextos de indagación desde la Educación Primaria. Sin embargo, estas estrategias necesitan una serie de cambios tanto en el alumnado como en el profesorado, ya que se tienen que enfrentar a metodologías a las que no están habituados. En este caso, es imprescindible un cambio en los tiempos, en los materiales, en la aceptación de renuncias sobre los contenidos y, por supuesto, parece necesario un cambio tanto en la formación inicial como en la formación permanente del profesorado de Educación Primaria, de manera que se vean capaces de afrontar con seguridad estos cambios metodológicos.

Este trabajo está financiado por el Gobierno de Aragón (Proyecto de Cooperación UNIZAR-CRIE Venta del Olivar) y la Dirección General de Investigación, MEC (Proyecto SE-J2007-65947/EDUC), dentro de las líneas de trabajo del Grupo de Investigación BEAGLE de la Universidad de Zaragoza. Agradecemos al profesorado del CRIE (Sara Buil, Raquel Campos y M^a Mar Martínez) su colaboración en este proyecto, así como al profesorado de los centros rurales participantes y al alumnado de magisterio que ha intervenido en algunas de las actividades.

BIBLIOGRAFÍA

De la Gándara Gómez, M., Gil Quílez, M. J., Martínez Peña, M. B., Calvo Hernández, J. M., Cortés Gracia, A. L., Sevillano, T. (2009). Los alumnos de primaria de centros rurales en situaciones de aprendizaje por indagación. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona*, 1167-1171.

Gil Quílez, M. J., Martínez Peña, B., De la Gándara, M., Calvo, J. M., Cortés, A. L. (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 63(22,3), 81-100.

Izquierdo, M., Sanmartí, N., Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 45-59.

Jiménez Aleixandre, M. P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 203-216.

Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. En F. J. Perales y P. Cañal (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 165-186). Alcoy: Marfil.

National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Osborne, J., Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. London: King's College.

Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.

Aprendizaje de habilidades científicas en Biología al finalizar la Educación Obligatoria

Banet, E., Núñez, F. Cordón, R.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia; IES Saavedra Fajardo. Murcia.ebahe@um.es

RESUMEN

Un objetivo básico de la educación secundaria es contribuir a la alfabetización científica de los ciudadanos. Comprender y aplicar las estrategias propias de la actividad científica constituye una de las dimensiones importantes de esta formación; así lo recogen los currículos de primaria y de ESO.

Sin embargo, muchos estudios señalan las dificultades que tienen los estudiantes para elaborar e interpretar gráficas, entender el papel de las hipótesis en una investigación, planificar diseños experimentales...

En esta investigación se realiza un diagnóstico de los aprendizajes que han desarrollado los estudiantes que finalizan la educación obligatoria en relación con determinadas habilidades que caracterizan el trabajo científico.

Los resultados obtenidos, poco satisfactorios, se toman como referencias para analizar algunas dificultades que encuentran los estudiantes en estas tareas; las causas de que esto suceda; también, para realizar propuestas que contribuyan a mejorar la calidad de la educación que reciben los estudiantes en relación con esta dimensión formativa.

Palabras clave

Aprendizaje, enseñanza, habilidades científicas, ESO. Biología.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de habilidades de investigación durante la educación obligatoria -una de las dimensiones básicas de la alfabetización científica (AAAS, 1990, OCDE, 2006) aumenta el valor de la formación que reciben los estudiantes -también la de aquellos que no tienen especial interés en continuar estudios de naturaleza científica o tecnológica (Lemke, 2006), ya que contribuye a que adquieran una idea más adecuada de la Ciencia, hacen estas disciplinas más accesibles y relevantes para los estudiantes (Reid y Hodson, 1989), favorecen su desarrollo intelectual y el pensamiento crítico, les capacita para aplicar los conocimientos adquiridos a actividades cotidianas y a formarse juicios relativamente fundamentados sobre la influencia de los avances científicos y tecnológicos en la vida de las personas (Furió et al., 2002).

Sin embargo, la necesidad de mejorar la calidad de la educación científica, también en relación con esta dimensión formativa, es una valoración ampliamente compartida, que en España está particularmente justificada por los resultados de las evaluaciones PISA (OCDE, 2003, 2006), que analizaban hasta qué punto los estudiantes utilizan los conocimientos y habilidades adquiridos (competencia científica) para identificar qué problemas pueden ser investigados científicamente, proponer explicaciones a determinados fenómenos, o usar evidencias para extraer conclusiones.

En consecuencia, resulta relevante preguntarse: *¿Qué aprendizajes produce la enseñanza habitual en las capacidades de los estudiantes para identificar/poner en práctica habilidades científicas?* Interrogante al que respondemos en el marco de un proyecto más amplio, que también analiza cómo

los libros de texto seleccionan y secuencian la enseñanza de estos procedimientos (Cordón, 2009), o el tratamiento educativo que reciben por parte de los profesores.

Son muchos los estudios sobre la naturaleza, la identificación o la clasificación de las habilidades científicas (ver Pro, 1998), o sobre las circunstancias educativas que favorecen su aprendizaje (Gil y Valdés, 1996; Scherz et al., 2008). Sin embargo, son menos y más generales aquellos que realizan un diagnóstico de las capacidades que desarrollan los estudiantes en relación con estas habilidades, y apenas existen resultados aplicables a su enseñanza (Cordón, 2009).

PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El principal *objetivo* es aportar información sobre los aprendizajes de los estudiantes durante la educación obligatoria, en relación con: la elaboración e interpretación de gráficas, la identificación del problema que pretende resolver una investigación, la formulación de las hipótesis que la orientan; el control de variables, la realización de diseños experimentales, y las conclusiones que permiten evaluar si las hipótesis son o no confirmadas; habilidades fundamentales en la investigación científica, necesarias para que los estudiantes puedan aplicar estas estrategias, cada vez con mayor autonomía, en respuesta a problemas cotidianos o académicos.

A la vista de la bibliografía analizada y de nuestra experiencia profesional nos formulamos, como *hipótesis* de partida: “los estudiantes finalizan la ESO con escaso dominio de las habilidades y destrezas propias del trabajo científico”.

Con estos propósitos, seleccionamos una *muestra* de 161 estudiantes de primero de Bachillerato (representaban un 76.8% de los que habían finalizado la ESO), de cinco centros y distintas especialidades (“ciencias” y “humanidades”); 75 hicieron las tareas correspondientes a gráficas y 86 las demás actividades. Puesto que las pruebas se realizaron a comienzos de Octubre, cabe esperar que los resultados muestren los aprendizajes adquiridos durante la ESO.

Para la *recogida de información* se realizaron entrevistas previas a 8 alumnos del mismo nivel educativo -con distinto rendimiento académico-, con objeto de adecuar las situaciones planteadas en los cuestionarios, que incluían ilustraciones para facilitar su comprensión a las capacidades y experiencias de los alumnos. En el anexo se presentan algunos de ellas a modo de ejemplo- Las restantes se pueden encontrar en Cordón (2009),

El *análisis de resultados* se realizó agrupando las respuestas en tres categorías: aquellas que permiten deducir que los estudiantes tienen un dominio razonable de las habilidades analizadas (A); incorrectas, confunden unas habilidades con otras, o las respuestas no tienen relación con las preguntas formuladas (B); no contestan (C).

RESULTADOS

Por razones de extensión, sólo haremos referencia a la primera de las categorías señaladas.

Elaboración e interpretación de gráficas.

La transformación e interpretación de datos, de los que forman parte las gráficas, constituyen instrumentos de comunicación habituales en la actividad científica, son utilizadas a diario en los medios de comunicación, constituyen herramientas fundamentales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias; también son objetivos del currículo desde primaria. Sin embargo, las capacidades de los estudiantes para llevar a cabo estas tareas no son las que cabría esperar.

Elaboración de gráficas

Cuando los estudiantes construyen gráficas, los resultados (tabla I) muestran que incluso cuando los datos son sencillos (dos variables: peso y edad), muchos cometen errores, como no respetar la proporcionalidad de los valores en los ejes, dejar incompleto el dibujo... Si la tabla es más compleja (edad, talla, peso), el número de estudiantes que dibujan la gráfica de manera correcta es notablemente inferior.

| Habilidades | Tareas | Categoría A |
|-------------------------------------|--|-------------|
| Elaboración de gráficas | Sencillas | 42.7 |
| | Complejas | 28.0 |
| Interpretación de gráficas | <i>Información local</i> | |
| | Correspondencia de valores entre ejes | 62.7 |
| | Interpolar | 82.7 |
| | <i>Información global</i> | |
| | Incremento entre dos puntos de una línea | 48.0 |
| | Comparar tramos de una misma línea | 57.3 |
| Comparar tramos de líneas distintas | 40.0 | |
| Extrapolar | 44.0 | |

Tabla I. Representaciones gráficas: resultados (%)

Interpretación de gráficas

Al interpretar una gráfica de cierta complejidad (incluye 4 variables, ver anexo), comprobamos (tabla I) que los estudiantes tienen cierto éxito cuando -aplicando la terminología de Leinhardt et al., (1990)- las tareas que tienen que realizar son sencillas (información local), siendo mucho mayores cuando se refieren a información global. Así, por ejemplo, al calcular el incremento entre dos puntos, comparar tramos de una misma línea de la gráfica o extrapolar, es frecuente que lo hagan respecto a una variable distinta de la que se solicita; o cuando establecen relaciones entre líneas distintas no suelen efectuar los cálculos matemáticos pertinentes a cada situación.

En resumen, durante la ESO *los estudiantes no adquieren destrezas necesarias para la elaboración e interpretación de gráficas*. Esto sucede a pesar de que son representaciones habituales en los libros de texto, necesarias en la resolución de problemas y en el desarrollo de trabajos prácticos e investigaciones escolares.

Habilidades relacionadas con los procesos de investigación

Al presentar a los estudiantes expresiones que describen el significado de los distintos procedimientos que caracterizan al trabajo científico, con excepción de la identificación del problema (que presenta mayor dificultad) y, sobre todo, de las variables -término muy poco conocido-, *la mayoría de los estudiantes diferencian unas habilidades de otras* (figura 1); resultados mucho mejores que los obtenidos en cursos anteriores (Cordón, 2009).

Sin embargo, tienen mayores problemas (figura 2) para deducir y expresar estas habilidades cuando se encuentran implícitas en el contexto de investigaciones escolares (ver anexo).

- En relación con la *identificación del problema*, los resultados no son satisfactorios, siendo la actividad de las cochinillas la que presenta mayor dificultad (en lugar de expresar el problema señalan, por ejemplo, “*si pueden sobrevivir las cochinillas en temperaturas con gran cambio entre ellas*”).

- En cuanto a la *identificación de la hipótesis* que orienta la investigación, consideramos correctas aquellas respuestas que expresan relaciones significativas entre variables independientes y

dependiente. Así, por ejemplo, en el caso de las semillas, los estudiantes deberían hacer referencia a las relaciones entre temperatura y germinación, sin que sean expresadas como una conclusión, que sólo se podría deducir como consecuencia de posteriores experiencias. Los resultados muestran las dificultades que tienen los estudiantes para comprender el significado de esta habilidad, como apuntaban Germann y Aram (1996).

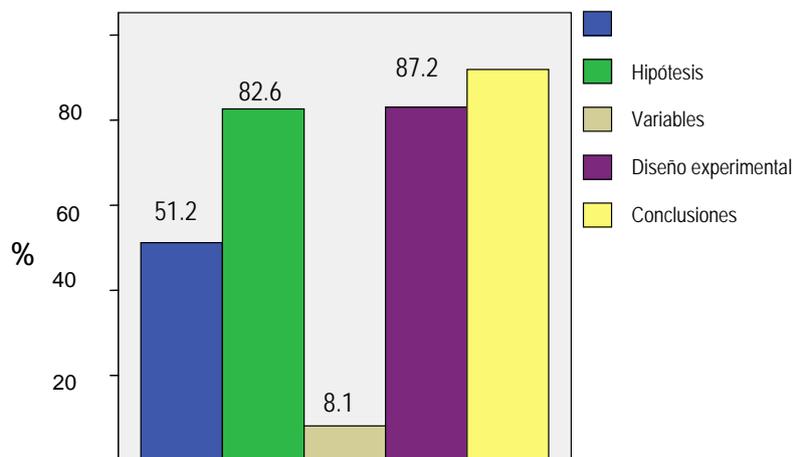


Figura 1. Identificación de habilidades de investigación

- En relación con las *variables* (no se planteó para las cochinillas), intentábamos conocer si los estudiantes eran capaces de identificar la que no se controlaba en una determinada experiencia. Por ejemplo, en Van Helmont consideramos correctas aquellas respuestas que señalaban que no tuvo en cuenta el CO₂ (o el aire), aunque incluyan el agua, ya que al no ofrecer datos al respecto podían interpretar que no estaba controlada.

De nuevo, los resultados muestran que es la habilidad que plantea más problemas a los estudiantes, ya que son muy pocos aquellos que identifican las variables no controladas en esta experiencia.

- *La elaboración de diseños experimentales*, requiere aplicar distintas habilidades simultáneas (identificar el problema, formular hipótesis y predicciones...). En las situaciones planteadas (no se planteó en la germinación) consideramos adecuadas aquellas respuestas que describen todas las experiencias que habría que llevar a cabo para resolver el problema formulado. Así, en el caso de las cochinillas –con dos variables independientes y dos posibilidades cada una de ellas: luz/oscuridad; temperatura 10/20°C–, los estudiantes deberían señalar las cuatro combinaciones posibles de estos elementos.

Los resultados muestran las dificultades de los estudiantes para diseñar experiencias al resolver problemas académicos; en particular, cuando las situaciones presentan mayor complejidad (Van Helmont). Dificultades que también se presentarían si los problemas tienen que ver con ámbitos cotidianos; Datos similares a los de Germann, Aram y Burke (1996), quienes señalan que, en buena medida, habría que buscar la causa en el escaso dominio de otras habilidades necesarias para resolver problemas, como las que venimos analizando; circunstancia que se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar y secuenciar actividades de investigación a los estudiantes de secundaria.

- En cuanto a la *elaboración de conclusiones* de una determinada experiencia, consideramos suficiente que interpretaran adecuadamente los datos que se aportan. Por ejemplo, puesto que el texto de Van Helmont contiene el problema, la hipótesis, la planificación experimental y el resultado, los estudiantes tienen que deducir la conclusión, ateniéndose a los datos que se presentan

y no a la descripción total o parcial de la investigación, o a afirmaciones que no se deducen de sus resultados (“a que la planta no se alimentaba de tierra”).

A pesar de que extraer conclusiones a partir de una actividad práctica o de lápiz y papel, es una tarea frecuente en las aulas y casi todos los estudiantes la identificaban correctamente, apreciamos muchas dificultades cuando deben ser inferidas a partir de situaciones de cierta complejidad.

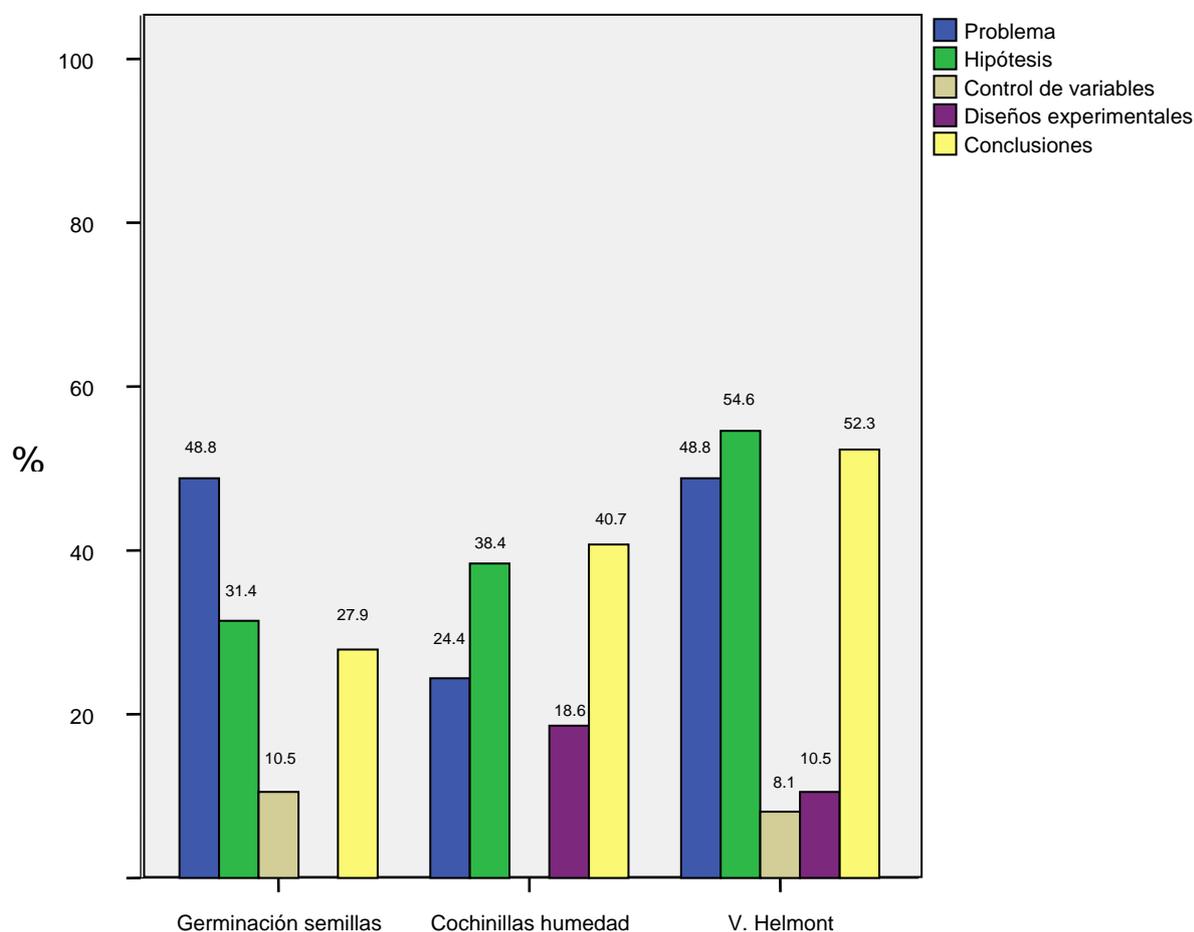


Figura 2. Deducen y expresan habilidades implícitas

Estos resultados muestran que unas habilidades resultan más difíciles de comprender que otras, así como la importancia del contexto en el que se tienen que aplicar; circunstancias que hay que considerar cuando se utilizan actividades de resolución de problemas o de investigación para que los estudiantes aprendan ciencias.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Desde la psicología piagetiana, estas dificultades se vinculan a la maduración cognitiva de los estudiantes; por su carácter transversal, también se pueden explicar por un escaso dominio de las capacidades lingüísticas (predominio del vocabulario cotidiano, insuficiente comprensión lectora), que se suman a otras de naturaleza conceptual. Pero, en nuestra opinión, también reflejan la escasa atención educativa y el carácter poco significativo de los aprendizajes adquiridos:

a) Aunque los profesores consideran la importancia de estos aprendizajes, prestan escasa atención a su enseñanza; además, piensan que conforme se avanza en el sistema educativo se deberían

priorizar los contenidos conceptuales, no considerando estas habilidades objetivos explícitos de aprendizaje (Cordón, 2009).

b) En los libros de texto predominan actividades de lápiz y papel, cuya finalidad es reforzar o completar aprendizajes conceptuales. El reducido número de trabajos prácticos que proponen suelen tener planteamientos muy dirigidos, que no favorecen la puesta en práctica de habilidades relacionadas con la planificación y el desarrollo de investigaciones.

c) Las actividades de enseñanza no se proponen según secuencias lógicas que podrían contribuir a que los estudiantes adquieran, de manera progresiva, mayor dominio en relación con estas habilidades; tampoco consideran sus experiencias previas. Como no es posible explicar nuestras propuestas para todos los procedimientos analizados (ver Cordón, 2009), como ejemplo, en relación con las hipótesis proponemos:

- Analizar el significado de este término, diferenciándolo de simples conjeturas; estableciendo sus relaciones y diferencias con otros procesos de investigación y destacando su importancia como predicción de la solución del problema y guía del diseño experimental.

- Con la ayuda del profesor, identificar las hipótesis que orientan investigaciones sencillas y familiares para los estudiantes, prestando especial atención a sus relaciones con el problema, diseño experimental...

- Desarrollar actividades en las que los estudiantes formulen problemas y sus hipótesis, seleccionando entre las posibles, aquellas más adecuadas.

- A medida que comprendan mejor su significado, plantear situaciones en las que formulen hipótesis sencillas en el contexto de actividades de investigación, que sean contrastadas a partir del desarrollo de las mismas.

- Proponer textos y/o situaciones más complejas, en las que identifiquen las hipótesis que explican sus resultados y conclusiones, relacionándolas con los problemas de investigación.

- Plantear actividades en las que los estudiantes formulen hipótesis para resolver problemas más complejos, elaborando los diseños experimentales correspondientes.

Esta propuesta no pretende tener el carácter de secuencia, tampoco supone que el aprendizaje de las habilidades científicas se desarrollen desde perspectivas atomísticas; al contrario, apostamos por enfoques de investigación escolar, que consideren criterios de progresión coherentes con la madurez intelectual de los estudiantes y sus experiencias previas, y que permitan establecer planes formativos intencionados, para favorecer, desde primaria, esta progresión, sin pensar que cuando utilizamos en clase expresiones como formular problemas, hipótesis o elaborar conclusiones, los estudiantes las interpretan como lo hacen los científicos.

BIBLIOGRAFÍA

American Association for the Advancement of Science (1990). *Science for all Americans-project 2061*. New York: Oxford University Press.

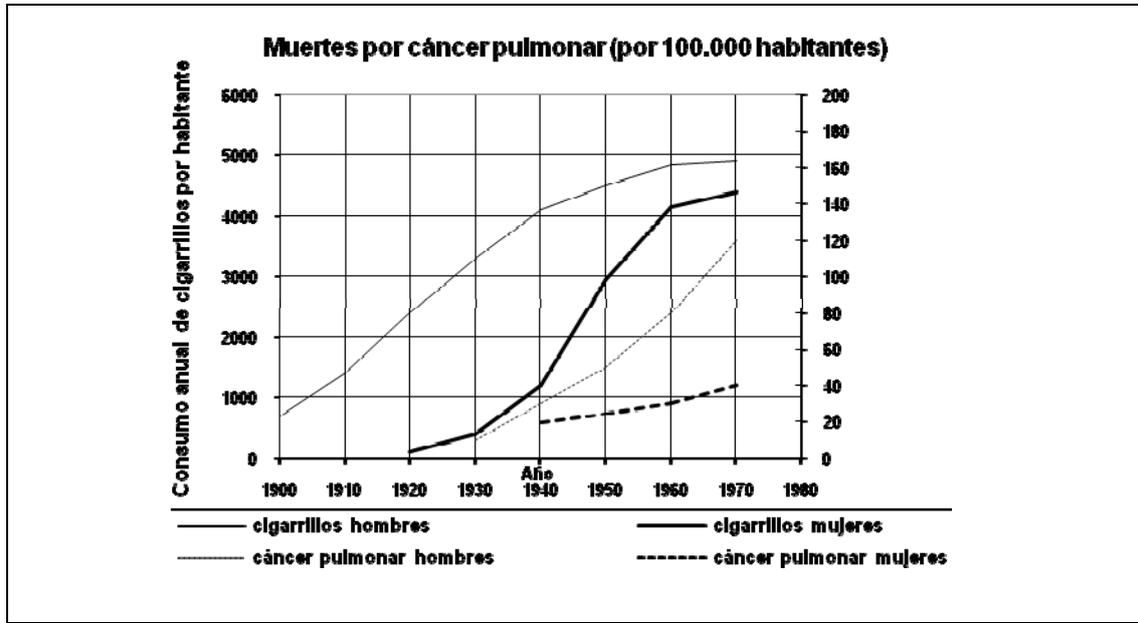
Cordón, R. (2009). *Enseñanza y aprendizaje de procedimientos científicos (contenidos procedimentales) en la educación secundaria obligatoria: análisis de la situación, dificultades y perspectivas*. Universidad de Murcia.

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J., Romo, V. (2002). Spanish teachers' views of the goals of science education in secondary education. *Research in Science & Technological Education*, 20 (1), 39-52.

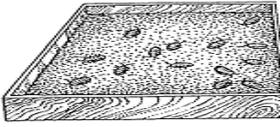
- Germann, P.J., Aram, R.J. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (7), 773-798.
- Germann, P.J., Aram, R., Burke, G. (1996). Identifying patterns and relationships among responses of seventh grade students to the science process skill of designing experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (1), 79-99.
- Gil, D., & Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O., Stein, M.K. (1990). Functions, Graphs, and Graphing: tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), 1-64.
- Lemke, J.L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 5-12.
- OCDE (2003). *Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas*. Madrid: INECSE/MEC.
- OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid, Santillana.
- Reid, D.J., & Hodson, D. (1989). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea.
- Pro, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 21-41.
- Scherz, Z., Bialer, L., Eylon, B. (2008). Learning about Teachers' Accomplishment in 'Learning Skills for Science' Practice: The use of portfolios in an evidence-based continuous professional development programme. *International Journal of Science Education*, 30 (5), 643-667.

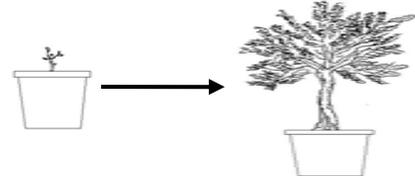
ANEXO

Interpretación de gráficas.



2. Capacidades para identificar y expresar habilidades en el contexto de una investigación

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><i>Comportamiento de las cochinillas de la humedad</i></p> <p><i>Las cochinillas son pequeños animales, y que viven escondidas, por ejemplo, debajo de la hojarasca. Decides averiguar si influye en ello los siguientes factores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - luz / oscuridad - temperatura alta (por ejemplo, 30 °C) / temperatura baja (por ejemplo 10 °C) <p>Imagina que tienes el material que necesitas (cochinillas, hojarasca, dispositivos para regular la temperatura, etc.).</p> | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>cochinillas</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> - Escribe el problema que se plantea en la investigación. - Escribe tus hipótesis para el problema. - Escribe los experimentos que harías para demostrar si esos factores influyen en que las cochinillas estén escondidas. - Indica la conclusión a la que crees que llegarías y justifica en qué te basarías. |
|---|---|

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><i>Experiencias de Van Helmont sobre la nutrición de las plantas</i></p> <p><i>“En un macetero coloqué 90,70 kg de tierra que previamente sequé en una estufa. Después la humedecí con agua de lluvia y planté un tallito de sauce que pesó 2,30 kg. Después de 5 años el arbolito creció bastante y llegó a pesar 76,80 kg. Periódicamente regaba el arbolito con agua de lluvia o con agua destilada... . Al finalizar el experimento sequé nuevamente la tierra del macetero y encontré que pesaba prácticamente lo mismo; el peso sólo se había reducido en 50 gramos. Entonces, los 74,50 kg de raíces, corteza y follaje se debían ...”</i></p> <p>Posteriormente se descubrió que además de la tierra y el agua, el aire también interviene en la nutrición de las plantas verdes. Y más tarde, ya a finales del siglo XVIII, se demostró que el CO₂ es la sustancia del aire que toman las plantas.</p> | <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué problema pretendía resolver van Helmont? - ¿Qué hipótesis (una o varias) crees que tenía van Helmont respecto a la alimentación de las plantas verdes? - ¿Qué variable no controló V. Helmont? - ¿A qué conclusión crees que llegó? |
|---|---|

¿Qué piensan el profesorado sobre la importancia y dificultad de determinadas habilidades cognitivolingüísticas?

García, S., Martínez, C., González C.

Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. Campus Elviña s/n. 15071

A Coruña.

susg@udc.es

RESUMEN

Este trabajo está dirigido a conocer que valor educativo otorga el profesorado a determinadas habilidades cognitivolingüísticas “*la descripción de hechos y de modelos*” y “*la justificación*” y que dificultad percibe en ellas, tanto cuando se expresan genéricamente como cuando se asocian al conocimiento astronómico escolar. En el estudio participaron 73 docentes de Primaria y Secundaria y los resultados muestran que estas habilidades en términos generales son valoradas. El análisis individual de cada profesor permite apreciar algunas diferencias. Comparativamente, la descripción de la realidad se valora más cuando las habilidades se enuncian genéricamente que cuando se asocian al contenido astronómico. En este caso la justificación, e incluso en mayor medida la descripción del modelo, son las más consideradas. El profesorado también percibe dificultades. El análisis individual muestra que la descripción de modelos y/o la justificación se consideran más difíciles cuando se enuncian en términos genéricos, mientras que cuando las habilidades se asocian a astronomía se consideran más fáciles la justificación y la observación de la realidad observable.

Palabras clave.

Pensamiento docente. Habilidades cognitivolingüísticas. Astronomía. Primaria. Secundaria

INTRODUCCIÓN

Últimamente se viene otorgando gran relevancia a la comunicación en la enseñanza de las ciencias. Diferentes autores (Jiménez Aleixandre, 2003; Mortimer, 2006) defienden la necesidad de introducir el lenguaje oral y escrito en el proceso de enseñanza pues favorece el aprendizaje en la medida que permite expresar y organizar ideas, al tiempo que favorece la evolución del lenguaje cotidiano hacia otro más preciso que demanda la ciencia escolar. En este sentido Jorba et al. (2000) establecen una asociación entre la comunicación producida por diferentes tipologías textuales y las principales habilidades cognitivas que se activan. Este tipo de habilidades se denominan cognitivolingüísticas. Entre ellas se identifican: la descripción, que puede ser de un hecho o fenómeno, pero también de un modelo teórico; la explicación que permite dar cuenta de un hecho/fenómeno/cambio empleando la relación causa efecto; la justificación que permite explicar por qué se produce un fenómeno empleando un modelo teórico; etc.

Por otra parte, se ha denunciado que la enseñanza de las ciencias no desarrolla suficientemente estas importantes habilidades (Izquierdo y Sanmartí, 2000; Schneeberger, 2004). Por ello resulta relevante conocer qué importancia otorga el profesorado a las mismas, qué dificultades percibe en ellas, qué tiempo dedica a su aplicación en el aula, etc., pues el profesorado es un elemento clave

en el cambio y mejora de la enseñanza y conocer sus opiniones resulta esencial para mejorar su desarrollo profesional y por extensión la calidad de la enseñanza (Mellado, 2003).

El desarrollo de las habilidades cognitivolingüísticas, como ocurre con cualquier otra habilidad, se realiza en el marco de los contenidos concretos, siendo el estudio de los fenómenos astronómicos una oportunidad para promover habilidades como, la descripción del cielo astronómico y sus cambios (diarios, mensuales...) o del modelo Tierra esférica en movimiento y la justificación de los cambios observables empleando dicho modelo.

Lo indicado nos ha impulsado a desarrollar un proyecto de investigación dirigido a conocer el pensamiento docente respecto a las citadas habilidades cognitivolingüísticas. Concretamente en este trabajo se presenta parte del mismo intentando dar respuesta a cómo valora el profesorado de Primaria y Secundaria en ejercicio el interés educativo de determinadas habilidades cognitivolingüísticas, tanto en términos genéricos como asociadas a contenidos astronómicos de distinto nivel de profundidad, y qué dificultad les otorga.

METODOLOGÍA

En este estudio han participado 73 profesores en ejercicio, con experiencia en el último ciclo de primaria (31) y en el primero de secundaria (42), que voluntariamente accedieron a colaborar en el mismo.

La recogida de datos se realizó mediante una encuesta cerrada. Los participantes debían valorar de 1 a 5 la importancia y la dificultad de una serie de habilidades cognitivolingüísticas: descripción de la realidad (**DR**), descripción de un modelo teórico (**DM**) y justificación de hecho/fenómeno (**J**). En la encuesta, estas habilidades se enuncian tanto en términos genéricos, incluyendo algún ejemplo, como asociadas a enunciados astronómicos. Aquí se le especifica al profesorado que debe valorar las habilidades que implican dichos enunciados. Los enunciados astronómicos responden a dos niveles de dificultad (**An1**) y (**An2**), aunque esto no se hace explícito en la encuesta (Tabla 1).

Se analizaron las respuestas del profesorado a cada ítem. Además se realizó un análisis individual, estableciendo 7 tipos de valoración en función de la mayor o menor importancia y/o dificultad que el sujeto otorga a cada enunciado: a) igual importancia/dificultad a todos los enunciados ($DR=DM=J$); b) mayor importancia/dificultad a uno de ellos respecto al resto -más a la descripción de la realidad ($DR > DM$ y J), a la descripción de modelos ($DM > DR$ y J), y a la justificación ($J > DR$ y DM)- y c) igual importancia/dificultad a dos de los enunciados y superior al tercero -igual importancia/dificultad a la descripción de la realidad y de modelos ($DR = DM > J$), igual a la descripción de la realidad y a la justificación ($DR = J > DM$) e igual a la descripción de modelos y a la justificación ($DM = J > DR$)-.

RESULTADOS

Los profesores/as, especialmente de ESO, valoran positivamente las distintas habilidades asociadas a enunciados genéricos, siendo la valoración media superior a 3.48 en todos los casos. La descripción de hechos observables (G-DR) es la más considerada por ambos colectivos (valoración superior a 4.25) (Tabla 2). La valoración cambia ligeramente cuando las habilidades se concretan en aspectos astronómicos. Así la consideración de la descripción de la realidad observable desciende, sobre todo en el caso de mayor nivel de dificultad (An2-DR) (media inferior a 3.5). Las otras habilidades, que demandan más abstracción, reciben una valoración similar por parte de los profesores de Secundaria, y algo mayor por los de Primaria, cuando se aplican a conocimientos más sencillos, sobre todo en lo que se refiere a la descripción del modelo (An1-DM). Sin embargo,

cuando se aplican a conocimientos astronómicos más complejos su consideración desciende frente a los enunciados genéricos, especialmente en el grupo de Secundaria.

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|
| G. Enunciados genéricos | | <p>G-DR. Describir hechos/fenómenos naturales, observables, cotidianos (movimiento de objetos, cambios de estado...).</p> <p>G-DM. Describir procesos no observables (digestión, conservación de la masa en cambios químicos...) o de modelos científicos más o menos sencillos (célula, partículas, ...).</p> <p>G-J. Justificar hechos y fenómenos empleando un modelo científico más o menos sencillo (justificar el cambio de estado desde un modelo de partículas; las fases de la Luna mediante el movimiento de traslación lunar...).</p> |
| A. Enunciados astronómicos | An1. Más sencillos | <p>An1-DR. El Sol aparentemente se mueve en el cielo de este a oeste. Cambia de posición respecto a un punto de referencia.</p> <p>An1-DM. La Tierra tiene forma esférica, gira sobre si misma y alrededor del Sol</p> <p>An1-J. El Sol se mueve aparentemente en el cielo a lo largo del día, porque la Tierra gira sobre si misma. Esto permite que la superficie terrestre se vaya iluminando y oscureciendo a lo largo del día.</p> |
| | An2. Más complicados | <p>An2-DR. El Sol produce sombras. A lo largo del día estas tienen distinto tamaño y dirección.</p> <p>An2-DM. La Tierra tiene forma esférica.... El sentido de giro, es antihorario</p> <p>An2-J. Que el sol esté en distintos puntos cardinales a lo largo del día (se mueva aparentemente de este a oeste) y que las sombras que produce cambien de dirección, se debe, no solo a que la Tierra gire sobre si misma, sino a que lo hace en sentido antihorario.</p> |

Tabla 1. Resumen de los enunciados incluidos en la encuesta.

En general los docentes de Primaria perciben más dificultades respecto a las habilidades cognitivolingüísticas que los de Secundaria. Por otra parte, todos ellos reconocen más problemas en las asociadas a los enunciados genéricos que demandan más abstracción –descripción de modelos (G-DM) y justificación (J)- que en la descripción de la realidad (G-DR) (Tabla 2). La percepción de la dificultad también varía cuando las habilidades se concretan en enunciados astronómicos. Así, mientras la dificultad de la descripción de la realidad solo cambia ligeramente, la de las otras habilidades disminuye. Concretamente, la descripción del modelo Sol-Tierra, en su nivel más sencillo (An1-DM), recibe la puntuación media de dificultad más baja de este estudio (2.24 en el grupo de profesores de Secundaria). Así mismo, la dificultad atribuida a la justificación de hechos también es menor cuando estos se refieren al conocimiento astronómico que cuando la referencia es genérica. Lo indicado ocurre especialmente en el caso de menor nivel de complejidad (An1-J), en el grupo de profesores de Secundaria.

| Enunciado | | Importancia | | Dificultad | | |
|----------------------------|----------------------|-------------|------|------------|------|------|
| | | Primaria | ESO | Primaria | ESO | |
| Enunciados genéricos | G-DR | 4.26 | 4.52 | 3.35 | 2.93 | |
| | G-DM | 3.48 | 4.24 | 4.23 | 3.88 | |
| | G-J | 3.84 | 4.07 | 4.06 | 3.86 | |
| A. Enunciados astronómicos | An1. Más sencillos | An1-DR | 4.00 | 3.71 | 3.58 | 2.83 |
| | | An1-DM | 4.30 | 4.30 | 3.94 | 2.24 |
| | | An1-J | 4.00 | 4.02 | 3.55 | 2.93 |
| | An2. Más complicados | An2-DR | 3.48 | 3.26 | 3.57 | 2.76 |
| | | An2-DM | 3.45 | 3.68 | 3.52 | 2.88 |
| | | An2-J | 3.14 | 3.46 | 4.10 | 3.54 |

Tabla 2. Valoración de las habilidades cognitivolingüísticas y reconocimiento de sus dificultades por parte del profesorado en ejercicio

El análisis individual del profesorado respecto a la valoración que otorga a cada habilidad en relación al resto, permite establecer tipos de valoración y realizar comparaciones (Tabla 3). Centrándonos en las habilidades genéricas, el tipo de valoración más frecuente entre el profesorado de primaria (más del 40%) es el que atribuye mayor importancia a la descripción de la realidad (DR > DM y J). Sin embargo, en el grupo de Secundaria las opiniones se distribuyen en tres tipos de valoración: atribución de la misma importancia a todas las habilidades; mayor consideración de la descripción de la realidad (DR > DM y J) o de ésta junto a la del modelo (DR = DM > J). Comparativamente estos tipos de valoración varían al analizar la consideración de las habilidades asociadas a los conocimientos astronómicos. Así, el número de sujetos de ambos grupos que otorgan la misma valoración a todas las habilidades se incrementa en el caso del nivel de conocimientos más bajo. Además, se detecta una mayor presencia de los tipos de valoración que priorizan las habilidades que requieren mayor abstracción, sobre todo en el grupo de Secundaria. Concretamente el tipo DM = J > DR es el más frecuente en el caso de los contenidos astronómicos más sencillos, y el tipo DM > DR y J en el de los más complejos.

| Tipos de valoración | | Generales | | Astronomía | | | |
|--|-------------|------------------|---------------|------------------|----------------|-------------------|----------------|
| | | | | Nivel 1 | | Nivel 2 | |
| | | Primaria N=31 | ESO N=42 | Primaria N=31 | ESO N=41* | Primaria N=28* | ESO N=41* |
| Igual valoración todos los aspectos DR=DM=DJ | | 6 (19.35%) | 9 (21.43%) | 10 (32.26%) | 14 (33.33%) | 5 (17.86%) | 8 (19.51%) |
| Mayor valoración uno de los aspectos | DR > DM y J | 13 (41.94%) | 9 (21.43%) | 2 (6.45%) | 3 (7.14%) | 5 (17.86%) | 2 (4.88%) |
| | DM > DR y J | 0 (0.0%) | 3 (7.14%) | 3 (9.68%) | 9 (21.43%) | 7 (25.9%) | 13 (31.71%) |
| | J > DR y DM | 5 (16.13%) | 2 (4.76%) | 0 (0.0%) | 2 (4.76%) | 4 (14.29%) | 6 (14.63%) |
| Mayor valoración dos de los aspectos | DR = DM > J | 2 (6.45%) | 9 (21.43%) | 6 (19.35%) | 2 (4.76%) | 4 (14.29%) | 4 (9.76%) |
| | DR = J > DM | 4 (12.90%) | 6 (14.29%) | 2 (6.45%) | 1 (2.38%) | 1 (3.57%) | 4 (9.76%) |
| | DM = J > DR | 1 (3.23%) | 4 (9.52%) | 8 (25.81%) | 11 (26.19%) | 2 (7.14%) | 4 (9.76%) |

* Un profesor/a de ESO no valora las habilidades cognitivolingüísticas asociadas a Astronomía y tres de Primaria no lo hacen en el nivel 2

Tabla 3. *Análisis individual de las valoraciones realizadas por los profesores sobre las habilidades cognitivolingüísticas*

El análisis individual de la percepción de dificultad también permite establecer tipos de dificultad y profundizar en las diferencias entre las habilidades genéricas y las asociadas al conocimiento astronómico (Tabla 4). Respecto a las primeras, los tipos más abundantes, en los dos grupos de docentes, son los que otorgan mayor problema a la descripción de un modelo (DM > DR y J) o a ésta y a la justificación (DM = J > DR), aunque en el grupo de secundaria también es abundante un tercer tipo (J > DR y DM), que reconoce la mayor dificultad de la justificación. Sin embargo, para los enunciados astronómicos más sencillos, los tipos de dificultad más frecuentes son, además del que identifica la justificación como la habilidad más difícil J > DR y DM (DR y DM < J), el que destaca la descripción de la realidad DR > DM y J (DM y J < DR). Por el contrario los tipos de dificultad más frecuentes en relación a las habilidades asociadas al conocimiento astronómico más complejo se caracterizan por priorizar la dificultad de la justificación (J > DR y DM), la de esta junto a la descripción del modelo en el grupo de Primaria (DM = J > DR) o la de las tres habilidades por igual.

| Tipos de dificultades | | Generales | | Astronomía | | | |
|---|-------------|------------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|----------------|
| | | | | Nivel 1 | | Nivel 2 | |
| | | Primaria N=31 | ESO N=42 | Primaria N=31 | ESO N=42 | Primaria N=27* | ESO N=41* |
| Igual dificultad todos los aspectos DR=DM=DJ | | 5 (16.3%) | 6 (14.29%) | 6 (19.35%) | 5 (11.90%) | 6 (22.22%) | 12 (29.27%) |
| Mayor dificultad de uno de los aspectos | DR > DM y J | 0 (0.0%) | 1 (2.38%) | 7 (22.58%) | 15 (35.71%) | 3 (11.11%) | 3 (7.32%) |
| | DM > DR y J | 8 (25.81%) | 11 (26.19%) | 1 (3.23%) | 3 (7.14%) | 0 (0.0%) | 4 (9.76%) |
| | J > DR y DM | 5 (16.3%) | 10 (23.81%) | 7 (22.58%) | 11 (26.19%) | 7 (25.93%) | 15 (36.59%) |
| Mayor dificultad dos de los aspectos | DR = J > DM | 2 (6.45%) | 1 (2.38%) | 1 (3.23%) | 0 (0.0%) | 2 (7.41%) | 0 (0.0%) |
| | DR = J > DM | 2 (6.45%) | 1 (2.38%) | 6 (19.35%) | 6 (14.29%) | 3 (11.11%) | 2 (4.88%) |
| | DM = J > DR | 9 (29.03%) | 12 (28.57%) | 3 (9.68%) | 2 (4.76%) | 6 (22.22%) | 5 (12.20%) |

* Cuatro profesores/as de Primaria y uno de ESO no valoran la dificultad de las habilidades cognitivolingüísticas asociadas al nivel 2 de Astronomía,

Tabla 4. Análisis individual de la dificultad atribuida por los profesores a las habilidades cognitivolingüísticas

CONCLUSIONES. CONSIDERACIONES

El profesorado valora positivamente las habilidades cognitivolingüísticas, considerando igual o incluso mejor las habilidades en términos genéricos que las mismas asociadas a conocimientos astronómicos concretos.

El análisis individual de las opiniones del profesorado y el subsiguiente establecimiento de tipos de valoración matiza las diferencias entre la importancia otorgada a las habilidades genéricas y a las asociadas a contenidos de astronomía. Sin considerar las respuestas que no discriminan, pues otorgan igual importancia a todas las habilidades, se puede concluir que, en lo que respecta a las habilidades genéricas existe una priorización de la descripción de la realidad que disminuye claramente en la valoración del contenido astronómico, donde se aprecia la priorización de las habilidades cognitivolingüísticas que demandan más abstracción

En términos generales, el profesorado reconoce más dificultades en las habilidades cognitivolingüísticas enunciadas genéricamente que en las asociadas al conocimiento astronómico, siendo el profesorado de Primaria el que admite en mayor medida dichas dificultades.

El análisis individual comparativo de las respuestas del profesorado también matiza las diferencias entre el reconocimiento de dificultad en las habilidades cognitivolingüísticas expresadas en términos genéricos y las asociadas a contenidos astronómicos. Así se puede concluir que en lo que respecta a las habilidades en términos genéricos, se prioriza la dificultad de la descripción del modelo, de la justificación o de ambas. Sin embargo en las habilidades asociadas al conocimiento astronómico se prioriza la dificultad de la justificación e incluso la descripción de la realidad.

Las conclusiones sugieren que el profesorado dispone de una percepción de la importancia y de la dificultad de las habilidades cognitivolingüísticas, que no siempre aplica cuando se refiere a un tópico concreto. El docente, cuando se acerca al conocimiento científico específico, parece estar más apegado al ámbito teórico interpretativo y abstracto que al descriptivo de la realidad, aunque sus declaraciones genéricas parezcan mostrar lo contrario y aunque pueda, quizás, considerar que el detenerse en la descripción de la realidad sería deseable “*si dispusiera de tiempo*”, pues de ella depende la explicación y la interpretación teórica. En este caso concreto, la menor importancia concedida a la descripción de fenómenos astronómicos observables y la percepción de su dificultad, así como la escasa consideración de la dificultad de la descripción del modelo Sol-Tierra, puesta de manifiesto en estudios de hace años (Baxter 1989), nos sugiere que posiblemente, desde el estudio de la astronomía no se potencie lo suficiente el equilibrio entre las distintas habilidades empleadas en este estudio. Sin embargo todas ellas son necesarias en el aprendizaje en general y en el astronómico escolar en particular, donde la observación y descripción de los cambios observables en el cielo constituye un aspecto clave y previo para plantear preguntas que permitan la correspondiente justificación, empleando un modelo teórico, que a su vez debe ser conocido y descrito con precisión. De ahí que lo indicado deba ser tenido en cuenta en la formación permanente del profesorado.

Este trabajo ha sido financiado por la Xunta de Galicia (Proyecto-código INCITE08XIB106098PR)

BIBLIOGRAFÍA

- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 505-513.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. (2000) Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza En: J. Jorba, I. Gómez y A. Prats (Eds.), *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp. 29-49). Barcelona: ICE Universitat Autònoma de Barcelona. Síntesis.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). Comunicación y lenguaje en clase de Ciencias. In M. P. Jiménez Aleixandre (Ed.), *Enseñar Ciencias* (pp. 55-71). Barcelona: Graó.
- Jorba, I. Gómez, A. Prats (Eds.) (2000). Hablar y escribir para aprender. *Uso de la lengua en situación de enseñanza aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp. 29-49). Barcelona: ICE Universitat Autònoma de Barcelona. Síntesis.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358.
- Mortimer, E. (2006). Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias. Madrid: Machado Libros.
- Schneeberger, P. (2004). Funciones de los lenguajes en el aprendizaje científico. En M. C. Chamorro (Ed.), *Los lenguajes de las ciencias*, pp. 135-173. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Las estrategias discursivas en el aula de Química y su relación con el proceso de conceptualización del contenido curricular Reacción Química

Iturralde M. C. (2), De Longhi, A.(2)

(1) *Dpto. de Profesorado en Física y Química. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

(2) *Dpto de Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología. Universidad Nacional de Córdoba*
citurral@fio.unicen.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo muestra parte de un estudio en el que se investigan situaciones comunicacionales en el aula y su relación con la enseñanza y el aprendizaje del contenido curricular Reacción Química.

Se analizan dos grupos de alumnos con sus docentes, de primer año de nivel polimodal, mediante una investigación etnográfica e interpretativa, con estudio de casos.

La totalidad de las clases donde se desarrolla el contenido en cuestión se registran con audio y video, para realizar un análisis de los diálogos, detectando episodios en los que las docentes legitiman conceptos. Luego se construyen diagramas conceptuales de cada clase.

Previo al desarrollo del contenido se pasa a ambos grupos una prueba diagnóstica sobre el mismo. Esto se repite, al final, a modo de post test.

Los resultados muestran que en ambos casos las docentes legitiman un nivel de conceptualización, que no condice completamente con el alcanzado por los alumnos, lo cual se relaciona con la lógica y el diálogo empleado por ellas.

Palabras claves

Reacción Química- Análisis del discurso- Niveles de Conceptualización-

INTRODUCCIÓN

El aula es un sistema social complejo en el cual ocurren una trama de relaciones entre docente, alumnos y contenido curricular, con una finalidad: construir conocimiento. Necesariamente pasa por construir significados desde el discurso, los cuales pueden o no compartirse entre los sujetos que participan.

A través del diálogo se explicita verbalmente el conocimiento y se lo hace circular. Las secuencias que se generan pueden o no producir aprendizaje en el alumno. Sin embargo, cuando hay diálogo en la clase se establece un mínimo de comprensión de lo que se habla, compartiéndose así la construcción (De Longhi, 1995).

Siguiendo a Edwards y Mercer (1987), podemos afirmar que la construcción de conocimientos en el aula depende de un proceso de negociación social; los significados y el lenguaje del profesor van siendo apropiados por los alumnos en una construcción de un conocimiento compartido.

Lemke (1997) manifiesta que hay que guiar la construcción del aprendizaje sobre los antecedentes de los alumnos, enseñarle a extender sus patrones de razonamiento hacia nuevos problemas.

Sostiene que aprender a hablar ciencias implica manejar el patrón temático y el patrón de actividad. El primero se refiere a la red de interacciones entre los significados de palabras en un campo científico; y el segundo es el tipo de organización que se produce en el aula. Los patrones temáticos son parte de las formas cotidianas de expresarnos sobre un tema del cual hemos oído, leído y utilizado en innumerables ocasiones al hablar y escribir. Cuando nos encontramos con un patrón desconocido tenemos dificultades para entender las oraciones, entonces necesitamos practicarlo dentro del contexto de patrones más familiares hasta dominar su uso.

En el campo de la Didáctica de la Química se hallan variedad de trabajos que analizan las dificultades de alumnos de nivel medio (13 a 18 años) en el aprendizaje Reacción Química. Varios de ellos (Martín del Pozo, 1998; Quílez Pardo, 1998; Caamaño, 1998; Caruso, 1998) coinciden que algunas de esas dificultades se relacionan con el tipo de lenguaje que utilizan los estudiantes. Coinciden en que emplean un lenguaje descriptivo y con sentido cotidiano, justificando desde un modelo continuo de materia basado en propiedades macroscópicas.

Stavridou y Solomonidou (1998) concluyen que la idea de Reacción Química va cambiando en el alumno desde una concepción puramente fenomenológica pasando por una en la que se reconoce la transformación de unas sustancias en otras hasta llegar a una interpretación en términos microscópicos.

También hay estudios que abordan la problemática de la enseñanza de dicho contenido. Por ejemplo, Martín del Pozo y Rivero García (2001) en una indagación con futuros profesores sobre lo que saben y pretenden enseñar respecto al contenido Cambio Químico, concluyen que no utilizan espontáneamente el nivel microscópico para definir, tienen tendencia a pensar en lo que cambia y no en lo que se conserva, lo que muestra una influencia de lo observable al describir un proceso. Lo relacionan con aspectos estructurales y de composición de la materia y no con aspectos propios del proceso como los energéticos y dinámicos.

También es interesante interpretar cómo se produce el proceso de aprendizaje. Giordan y De Vecchi (1988) sostienen que la adquisición de un saber se construye progresivamente. Esto permite pensar que los conceptos deberían pasar por diferentes niveles de formulación, entendiéndose éstos como el conjunto de conocimientos necesarios para construir un enunciado que corresponde a un nivel y tipo de aprendizaje.

Para el contenido curricular Reacción Química, Stavridou y Solomonidou (1998) sostienen que se podrían establecer diferentes niveles de conceptualización, cada uno con sus respectivas características, expresando que el máximo nivel alcanzado es aquel en que el alumno interpreta en términos de un modelo teórico.

Se adopta como definición de modelo teórico el de Solsona y otros (2000): aquel que va construyendo el alumno durante el aprendizaje escolar, como resultado de la intervención docente y le permite explicar y razonar fenómenos a partir de experimentos.

De acuerdo con esta idea se puede pensar que al finalizar la enseñanza secundaria el alumno debería construir un modelo de cambio químico que vaya más allá del esquema de reconocimiento del “cambio” como formación de nuevas sustancias con propiedades diferentes, e incluir la conservación del elemento durante la Reacción Química.

En función de lo fundamentado hasta aquí se pretende analizar qué niveles de conceptualización se generan en clases de química durante el desarrollo de un contenido específico, desde las estrategias discursivas de enseñanza que se emplean e indagar qué niveles de conceptualización alcanzan los alumnos en ese contexto.

DESARROLLO

Se muestra parte de un análisis más amplio de situaciones de comunicación que se producen en dos aulas de química de primer año de Nivel Polimodal (educación secundaria) cuando se desarrollan en ambas el contenido curricular Reacción Química.

Una de las problemáticas relacionadas con el aprendizaje de este contenido curricular puede deberse al escaso tratamiento escolar de los contenidos previos necesarios para su interpretación y el poco uso en las expresiones cotidianas. Esto hace pensar que los alumnos de primer año de polimodal no han tenido la oportunidad de construir un anclaje adecuado para este contenido y se requeriría ir retomando los pocos referentes que tengan, aunque sea a nivel experiencial, para provocar una construcción con mayor nivel de complejidad (Iturralde, 2009).

En relación con lo anterior se plantean los siguientes objetivos:

- Indagar los niveles de conceptualización de Reacción Química que se originan desde las estrategias de enseñanza que utiliza el docente.
- Identificar los niveles de conceptualización que logran los alumnos en casos naturales, luego de la instrucción, respecto al contenido curricular Reacción Química.

Y de acuerdo a ellos surgen interrogantes: ¿cómo va incorporando un docente de química la conceptualización científica de Reacción Química desde la interacción verbal con los alumnos, en el desarrollo de sus clases?, ¿qué niveles de conceptualización sobre Reacción Química se planifican y cuáles se legitiman en las clases de primer año de Polimodal?

El contenido curricular es analizado según niveles de conceptualización. Esto es, según la forma de expresión y relaciones conceptuales que se establecen en determinados momentos del proceso de instrucción. Habitualmente van desde la ejemplificación hasta el establecimiento de redes semánticas complejas y la posibilidad de transferencia del concepto a distintas situaciones. Esta conceptualización se explicita especialmente en los mensajes que planifica y luego legitima el docente en las clases.

Metodología

Se emplea una metodología de investigación etnográfica, de carácter interpretativo, con estudio de casos, donde se investigan situaciones naturales de dos docentes y sus clases de primer año de Polimodal (16 a 17 años), en el espacio curricular de Química.

Las escuelas en las que se lleva a cabo la investigación son conocidas por el investigador y prestaron voluntariamente su colaboración, al igual que los docentes involucrados.

El caso 1 es un curso con orientación en Gestión y Organización, de una escuela de la ciudad de Olavarría de la provincia de Buenos Aires. La docente es profesora universitaria en Física y Química, con una antigüedad de aproximadamente 5 años y cursa un posgrado en Enseñanza de las Ciencias.

El caso 2 corresponde a un curso con orientación en Ciencias Naturales, de una escuela de de la misma ciudad. La docente es profesora universitaria de Química, con una antigüedad de 15 años.

En ambos casos las docentes utilizan una metodología expositiva con diálogos con los alumnos.

Toma de datos e instrumentos

Previo al registro áulico, se realiza una entrevista a cada docente y un análisis de sus planificaciones, para obtener mayor información de contexto.

Luego se registran con audio y video la totalidad de las clases de los dos grupos en las cuales las docentes desarrollan el contenido curricular en cuestión y posteriormente se transcriben íntegramente los diálogos registrados. El análisis de los mismos se describe en Iturralde (2009).

Diagramas Conceptuales

En los registros de los diálogos se detectan qué términos y conceptos valida la docente. Con ellos se arman diagramas conceptuales de cada una de las clases de ambos casos, a los fines de mostrar las redes semánticas generadas, destacándose en ellas las relaciones de inclusión y el orden en que aparecen (Anexo I).

Cada diagrama es analizado desde la lógica del contenido y desde la interacción discursiva en clase, determinando el nivel de conceptualización que legitima cada docente en cada clase, según las categorías de Stavridou y Solomonidou (1998), explicitadas en la Tabla 1.

| Niveles | Conceptualización del alumno |
|---------|---|
| Nivel 1 | Maneja ejemplos cotidianos de Reacción Química pero no los diferencia de cambios físicos. |
| Nivel 2 | Diferencia fenómenos químicos de físicos, y posiblemente que son irreversibles. Asocia el concepto de Reacción Química a procesos donde ocurren cambios visibles e irreversibles a las sustancias. Estas transformaciones se pueden representar simbólicamente. |
| Nivel 3 | Interpreta Reacción Química mediante un modelo teórico. |

Tabla 1: Niveles de Conceptualización

Encuesta diagnóstica

Antes del desarrollo del contenido curricular se pasa a los alumnos una encuesta diagnóstica para detectar cuáles son las conceptualizaciones de Reacción Química que poseen en su estructura cognitiva (Anexo II). Luego este mismo instrumento servirá, a modo de pos test, para indicar el avance en la conceptualización.

Al momento de utilizar este instrumento las docentes ya habían planificado sus clases.

Con el análisis del tipo de respuesta que dan a cada ítem, se identifica qué nivel de conceptualización logran los alumnos. En el anexo III se detalla qué se indaga en cada ítem, posibles respuestas y nivel de conceptualización.

RESULTADOS

Del análisis de los diagramas conceptuales

- Caso 1: La docente desarrolla el contenido en cinco clases, y a medida que transcurren aumentan las relaciones entre conceptos, y su complejidad. Comienza haciendo un tratamiento descriptivo, macroscópico, y de a poco incorpora conceptos para una interpretación microscópica.

Se podría decir que el nivel de conceptualización que la docente legitima aumenta a medida que transcurren las clases, pudiendo identificar un Nivel 1 en la primera clase, un nivel 2 en la segunda y en las tres últimas un nivel 3 de conceptualización.

- Caso 2: El desarrollo del contenido curricular se realiza en tres clases. La cantidad de conceptos legitimados y las relaciones entre ellos se mantienen a lo largo de las tres clases. De acuerdo a los diagramas conceptuales elaborados se podría interpretar que la docente en sus explicaciones establece un nivel de conceptualización que estaría entre el Nivel 2 y el Nivel 3, no alcanzando el

último pues, por ejemplo, no se observa que se incorpore la conservación de la masa, ni un tratamiento en el que predomine la interpretación microscópica. Si bien aparecen conceptos de una complejidad elevada, lo que podría hacer pensar que la docente aborda el tema desde una interpretación teórica, es importante aclarar que en un trabajo anterior (Iturralde y De Longhi 2009), donde se analizan los diálogos que se producen entre docente y alumnos, de ambos Casos, se detecta que esos términos son impuestos por la docente 2, sin abordar el tratamiento de su significado.

De la encuesta diagnóstica

- En ninguno de los Casos se alcanza el nivel 3 de conceptualización. Aunque en el Caso 1 se observa que dos alumnos logran responder algunas preguntas a este nivel, por ejemplo cuando definen Reacción Química y cuando se les induce a utilizarlo.
- Al nivel 2 llegan cuatro alumnos del Caso 1 y uno del Caso 2. Dentro del primer Caso, seis alumnos no se les considera dentro de este nivel pues no interpretan la conservación de la materia en las Reacciones Químicas, pero el resto de los ítems lo responden en dicho nivel. Lo mismo sucede con cuatro alumnos del Caso 2.
- En el nivel 1 se encuentra solo un alumno del Caso 1.
- En los dos Casos quedan alumnos sin clasificarlos dentro de alguno de los niveles de conceptualización.
- En el Caso 2 se observan alumnos que luego de la instrucción responden en un nivel menor de conceptualización.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

En los dos Casos se deduce que las docentes intentan utilizar un modelo microscópico para interpretar las experiencias realizadas en las clases, como así también modelos simbólicos para representarlas.

Desde el diálogo y la lógica que se va construyendo a partir de él, existen diferencias importantes entre la docente 1 y 2. Mientras que la primera va desde elementos simples y conocimientos ya trabajados con los alumnos, como son transformaciones físicas y químicas, hasta aspectos más complejos como puede ser reversibilidad de las Reacciones Químicas, la docente del Caso 2 comienza con una descripción de distintos aspectos conceptuales manteniendo mayoritariamente el nivel de complejidad asociado a las propiedades observables del hecho. Además no se observa en ninguna de las tres clases de esta última, por ejemplo, la conservación de la masa, aspecto que sí trabaja la docente 1.

La docente 1 en las clases 2 y 3 realiza un esfuerzo importante para interpretar y legitimar el contenido curricular Reacción Química desde un nivel 3 de conceptualización, y con gran cantidad de relaciones entre conceptos. Esto no se observa en las clases de la docente 2.

La docente 2 utiliza conceptos de complejidad elevada pero al no trabajar con modelos teóricos correspondientes sus significados, los alumnos no logran entenderlos y por lo tanto incluirlos en sus interpretaciones.

Si bien ningún alumno alcanzó un nivel 3 de conceptualización, es lógico esperar esto, al compararlo con el nivel de conceptualización que legitiman las docentes. Al nivel 2 de conceptualización llegan muy pocos alumnos del Caso 1 y uno solo del Caso 2. Esto se condice con lo expresado anteriormente respecto a la lógica y el diálogo que emplean cada una.

Establecer niveles de conceptualización para diversos contenidos curriculares permite realizar análisis útiles para interpretar situaciones áulicas, tanto desde la enseñanza como desde el aprendizaje. Los diagramas conceptuales obtenidos a partir de validaciones de los docentes son otra herramienta interesante para interpretar procesos de enseñanza.

Es necesario trabajar desde la formación docente la problemática del lenguaje en el aula, en particular el discurso empleado por el docente. El mismo debería ser planificado, pensándolo como una estrategia y recurso didáctico que ayuda a la construcción de conocimiento compartido.

AGRADECIMIENTOS

A la AECE. Proyecto: A/18389/08.

A la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA (Argentina).

BIBLIOGRAFIA

Caruso, F. Castro, M., Domínguez Castiñeiras, J., García Rodeja, E., Iturralde, C., Rocha, A., Scandrolí, N. (1998). Construcción del concepto de reacción química. *Educación Química* 9(3), 151- 155.

Caamaño, A. (1998). Problemas en el aprendizaje de la terminología científica. *Alambique*, 17, 5-17.

De Longhi, A. (1995). *La construcción del conocimiento en el aula: un esquema y proceso de análisis*. Director Dr. Dino Carelli. Universidad Católica de Córdoba. Doctorado en ciencias de la educación.

Edwards, D., Mercer, N. (1987). El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula. Barcelona: Paidós.

Furio, C., Hernández Pérez, J. (1987). Parallels between adolescents conception of gases and the history of Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 64(6), 616- 618.

Giordan, A., De Vecchi, G. (1988). Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos. Sevilla: Díada.

Iturralde, C. (2009). *Influencia del Lenguaje en la enseñanza de Conceptos Químicos*. Director: Dra. Ana Lía De Longhi. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Iturralde, C., De Longhi, A. (2009). *Qué nivel de conceptualización legitima el docente en clases de Química de 1º año de Polimodal. Una mirada desde el discurso*. Comunicación presentada en el VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona. España.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Martín del Pozo, R. (1998). La construcción didáctica del concepto de cambio químico. *Alambique* 17, 65- 75.

Martín del Pozo, R., Rivero García, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: Los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63-79.

Quilez -Pardo, J. (1998). Dificultades semánticas en el aprendizaje de la química: el principio de le Chatelier como ejemplo paradigmático. *Alambique*, 17, 105- 111.

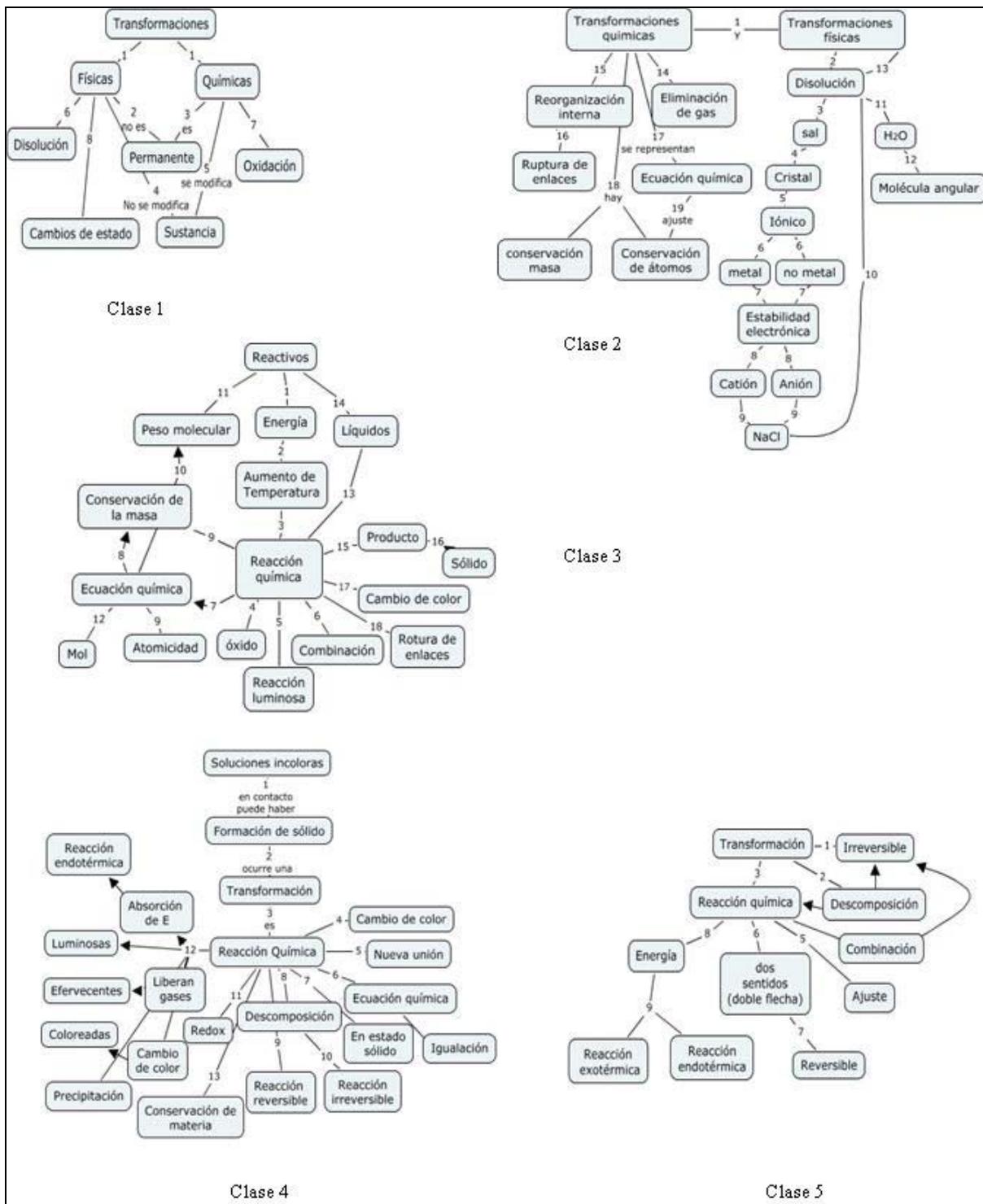
Nurrenbern, S., Pickering, M. (1987). Concept Learning versus Problem Solving: Is There a Difference? *Journal of Chemical Education*, 64(7), 508-510.

Solsona Pairó, N., Izquierdo Aymerich, M., Gutiérrez, R. (2000). El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 15-23.

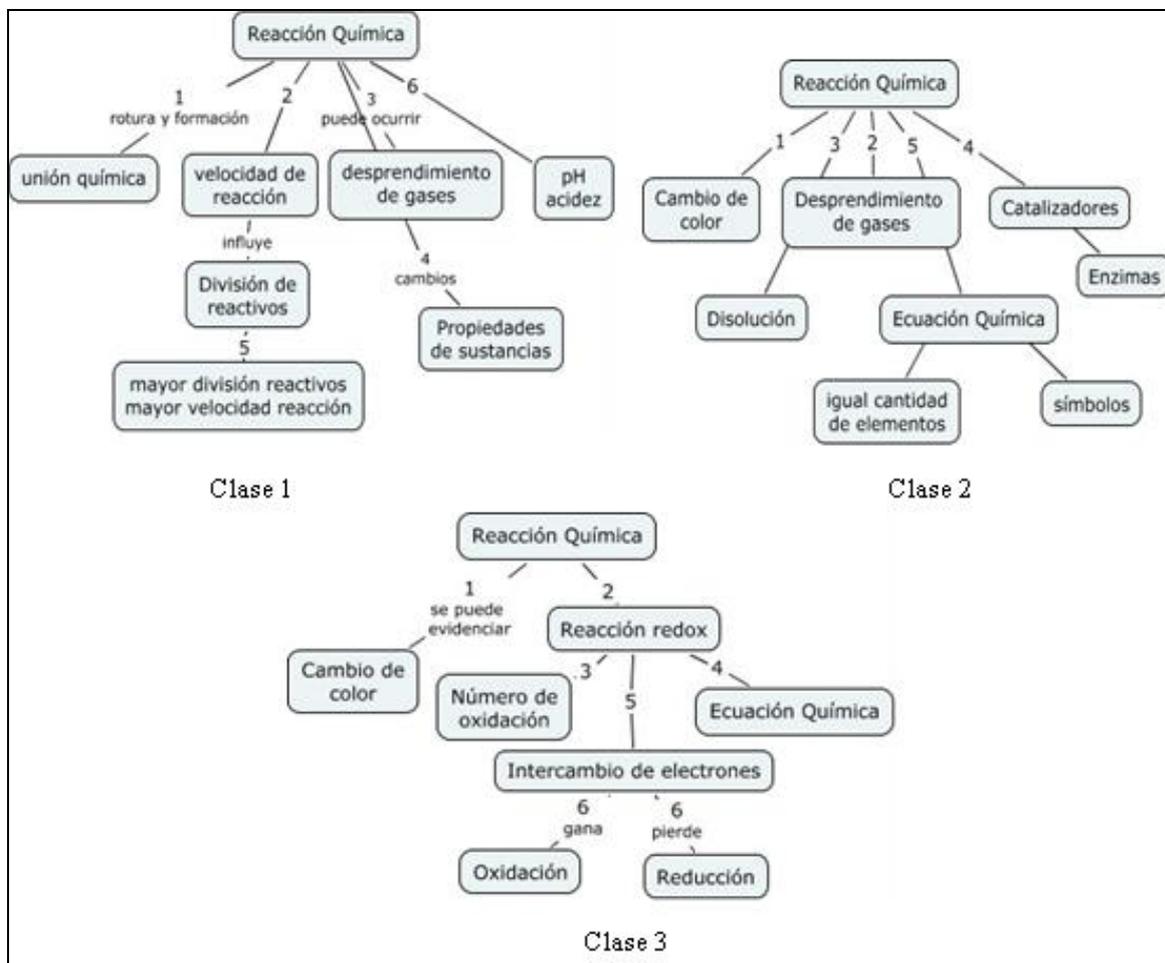
Stavridou, H., Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20(2), 205.- 221.

Anexo I: Diagramas conceptuales para los casos analizados

Caso 1



Caso 2



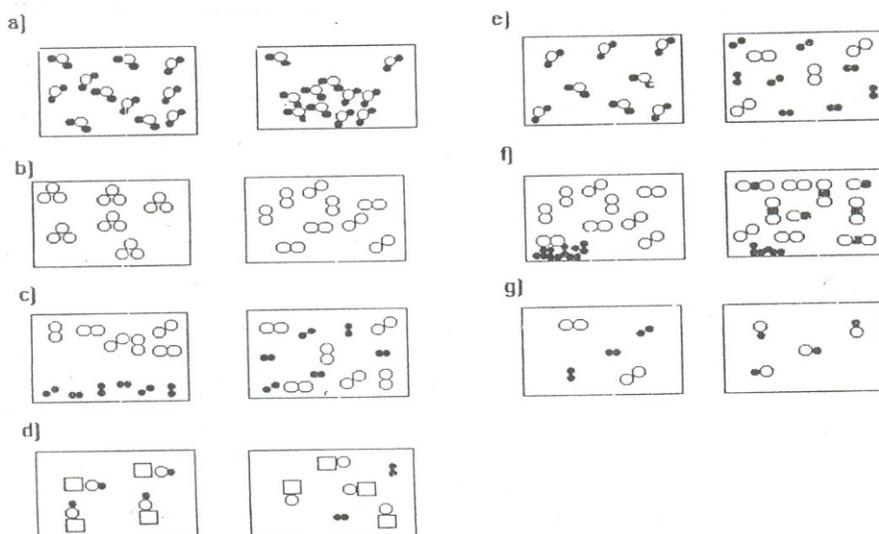
Anexo II: Prueba diagnóstica

Aclaración: El ítem 2 se adaptó de Nurrenbern, S. y Pickering, M. (1987) y el ítem 3 de Furio, C. y Hernández Pérez, J. (1987), pues los mismos se utilizaban para detectar ideas sobre modelo de partículas, concepciones sobre cambio químico y conservación de la masa en alumnos de edades similares a los casos aquí analizados.

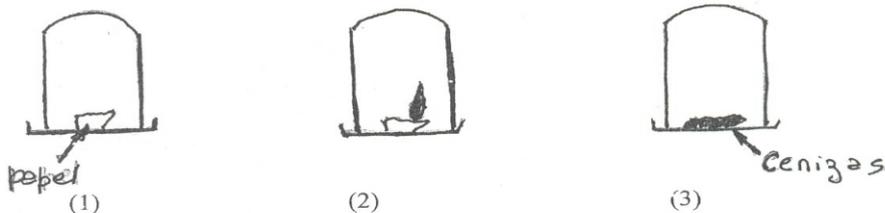
Alumno:
Curso:

Escuela:

- Explica qué entiende por reacción química
- ¿En cuáles de los siguientes casos se está representando una reacción química?. Los símbolos •, ○, □ representan partículas de distintas especies químicas. Justifica tu elección.



3.



En (1) puede verse un trozo de papel colocado dentro de una campana de vidrio. En (2) se enciende el papel dentro de la campana y se obtienen las cenizas que se observan en (3).

Si se pesara la campana en los tres casos, observarías que:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| a) el caso (1) es el de más peso | b) el caso (2) es el de más peso |
| c) el caso (3) es el de más peso | d) una respuesta diferente |

Explica brevemente el motivo de tu elección.

- Menciona ejemplos de fenómenos cotidianos que corresponden a reacciones químicas.
- ¿Qué diferencia hay entre reacción química (o cambio químico) y cambio físico?. Explica

Anexo III: Aspectos del análisis de prueba diagnóstica

| Items | Qué se indaga | Posibles Respuestas y Nivel de conceptualización |
|-------|--|--|
| 1 | Definición de Reacción Química Uso de modelo macroscópico/ microscópico | <ul style="list-style-type: none"> • Usa un modelo para responder. (Nivel 3) • Refiere: Se producen modificaciones en las sustancias, en términos macroscópicos/ diferencias con fenómenos físicos.(Nivel 2) • Confunde con cambio de estado.(Nivel 1) • No responde. (NR) |
| 2 | Modelo de partículas Da información sobre la conceptualización microscópica | <ul style="list-style-type: none"> • Menciona que los átomos se unen distinto, reorganizándose.(Nivel 3) • Identifica bien, pero no logra justificar o no lo hace en términos microscópicos.(Nivel 2) • Identifica solo algunos casos o confunde con cambio físico (Nivel 1) • No responde. (NR) |
| 3 | Conservación de la materia Respuesta correcta: opción d) | <ul style="list-style-type: none"> • Explica que en las transformaciones químicas hay conservación de los elementos (explicación microscópica).(Nivel 3) • Sólo menciona que en las transformaciones químicas hay conservación de la masa (explicación macroscópica).(Nivel 2) • Interpreta que en una transformación química, al aparecer nuevos productos la masa no se conserva.(Nivel 1) • No responde. (NR) |
| 4 y 5 | Ejemplos cotidianos. Diferenciación entre RQ y CF Detecta si logran diferenciar el concepto de Reacción Química del de cambio físico y ejemplificar con fenómenos cotidianos | <ul style="list-style-type: none"> • Responde en función de modelo de enlace (Interpretación microscópica). (3) • Responde en función de cambios estructurales, o de cambios observables. Da ejemplos cotidianos.(2) • Confunde ejemplos físicos y químicos. (1) • No responde.(NR) |

Evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termoquímica en Bachillerato

Pereira García, I., Domínguez Castiñeiras, J. M.

*Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Universidad de Santiago de Compostela
Avda. Xoán XXIII s/n, Santiago de Compostela, C.P. 15782*

iria.pereira1@rai.usc.es

RESUMEN

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia relacionada con el diseño, la planificación y la evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termoquímica en 2º de Bachillerato.

Se presentan las estrategias e instrumentos de análisis que se utilizaron para el seguimiento de la instrucción del alumnado durante la aplicación en el aula de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termoquímica en 2º de Bachillerato. A modo de ejemplo, se detallan el análisis y la discusión de los resultados obtenidos en la evaluación de dos de las actividades incluidas en la propuesta. Entre los principales instrumentos de análisis elegidos se encuentran los *esquemas de razonamiento y de acción* que activa el alumnado a medida que resuelve las actividades planteadas.

Palabras clave

Termoquímica, Bachillerato, propuesta didáctica, evaluación, esquemas de razonamiento y acción

OBJETIVOS, PLANTEAMIENTO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del trabajo que se presenta es la evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termoquímica en 2º de Bachillerato. Esta propuesta se ha aplicado en un aula de Ciencias mediante la implementación de la secuencia de actividades *Termoquímica* (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2009).

La propuesta didáctica ha sido concebida como la *fase previa* o de *acomodación* a la nueva metodología. Con esta fase se pretende minimizar las influencias del cambio metodológico sobre el posterior desarrollo de la propuesta *Termodinámica Química*, objeto de investigación de tesis doctoral del primero de los autores (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2008a).

El diseño experimental de la investigación es de tipo *pretest-posttest-posttest* sin grupo de control (*Figura 1*). Incluye tres caracterizaciones de la muestra, con el fin de evaluar los conocimientos de los alumnos antes de la intervención (caracterización inicial), inmediatamente después de la intervención (*post-test*), y cierto tiempo después de la intervención (*test de retención*). La comparación entre los resultados del *test de retención* y los del *post-test* indicará la estabilidad en el tiempo del aprendizaje (significatividad).

Para evaluar la influencia de la metodología ensayada, se ha realizado además un registro sistemático de las manifestaciones orales y escritas del alumnado durante la intervención.

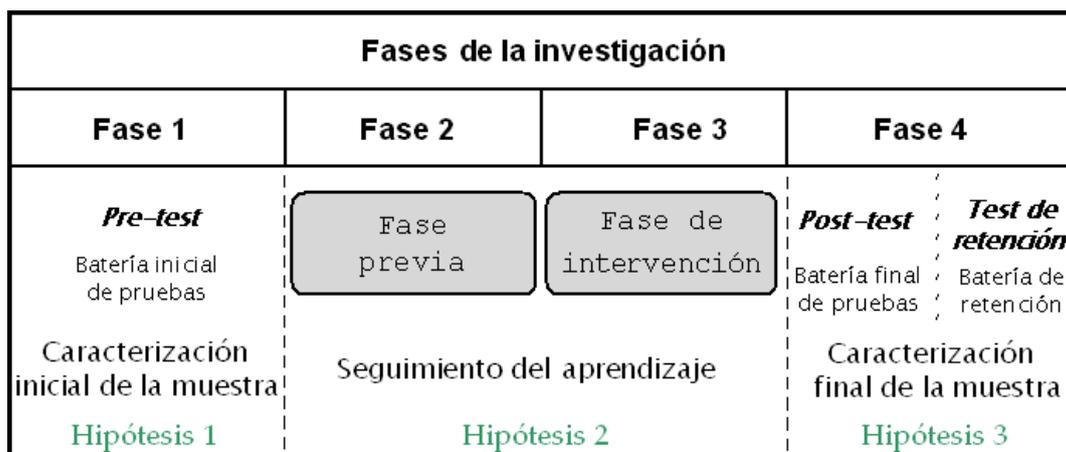


Figura 1. Diseño experimental de la investigación.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Diseño de la propuesta

La propuesta didáctica que se pretende evaluar está fundamentada en un enfoque constructivista social, según el cual el aprendizaje de las Ciencias es un proceso de construcción de conocimientos que tiene por protagonista al alumno en un determinado escenario de aprendizaje.

Para generar un aprendizaje significativo, los alumnos han de hacer *funcionales* los conceptos y procedimientos científicos para interpretar la realidad. Además, se busca que los estudiantes desarrollen actitudes y valores encaminados a la construcción de una imagen positiva y crítica de la Ciencia y la actividad científica. Desde esta perspectiva, la diferenciación de los contenidos en conceptuales, procedimentales y actitudinales responde a fines meramente pedagógicos (Coll *et al.*, 1992), y la enseñanza debe integrar los tres tipos de contenidos. Con este propósito, el razonamiento y la argumentación son destrezas cognitivas que se requieren para generar un aprendizaje significativo.

El planteamiento de la secuencia de actividades *Termoquímica* contempla la necesidad de hacer explícitos los conocimientos previos del alumnado y fomentar la construcción de los nuevos, integrándolos en las estructuras de razonamiento y acción que los alumnos ya poseen. Con esta finalidad, las actividades parten de situaciones problemáticas cercanas a la realidad del alumnado, que proporcionan la base para plantear un problema concreto que, a su vez, ponga de manifiesto la necesidad de formular hipótesis y contrastarlas (Díaz y Jiménez, 1999; García de Cajén, 2007).

El modelo de diseño, planificación y desarrollo elegido para estructurar la secuencia de actividades *Termoquímica* (Domínguez, 2007) consta de las cinco tareas resumidas en la *Figura 2*:

Tarea 1:

a) Selección, organización y secuenciación de los contenidos objeto de aprendizaje (Sánchez y Valcárcel, 1993; Domínguez, 2007):

directrices legislativas (XUGA, Decreto 126/2008, del 19 de junio)

revisión científica de los conceptos termodinámicos y de diversas implicaciones que complican su enseñanza (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2008 [b])

b) Transposición didáctica de los contenidos

c) Elaboración de esquemas de razonamiento y acción para dimensionar el conocimiento deseable

(ver epígrafe correspondiente al análisis por esquemas de razonamiento y acción).

Tarea 2:

a) Determinación de la problemática de aprendizaje asociada a los contenidos seleccionados:

revisión de la literatura científica sobre los problemas de aprendizaje y las ideas alternativas del alumnado en Termoquímica y Termodinámica Química (Pereira García y Domínguez Castiñeiras, 2008[a])

análisis de las exigencias cognitivas que demandan los contenidos objeto de aprendizaje (Shayer v Adey, 1986)

b) Resultados: adaptación de los contenidos conceptuales y procedimentales a las características psicoevolutivas del alumnado.

Tarea 3:

a) Integración de los análisis científico y didáctico

b) Selección, organización y secuenciación de los objetivos didácticos

Tarea 4:

Selección de las estrategias de instrucción:

modelo de Ollerenshaw y Ritchie (1997)

estrategias de instrucción

secuencia de actividades fases de exploración, indagación y aplicación.

actividades

[En el epígrafe dedicado a la evaluación de la propuesta se comenta este modelo, aplicado a las Actividades 01 y 03 de la secuencia "Termoquímica".]

Tarea 5:

Selección de las estrategias de evaluación del aprendizaje generado:

- evaluación formativa e integrada en el proceso de aprendizaje
- proporciona información al docente, los investigadores y el alumnado

Estrategia: análisis de las manifestaciones orales y escritas de los estudiantes durante la intervención.

Figura 2. Tareas en el diseño de la propuesta didáctica Termoquímica.

Implementación de la propuesta

La implementación de la propuesta didáctica sobre Termoquímica en el aula tuvo lugar durante el curso escolar 2008-2009 en el I.E.S. *Fernando Esquíó* de Neda.

Se pretendía implementar la propuesta en un contexto natural de enseñanza; de ahí que la muestra fuera de tipo incidental, no representativa, y estuviera constituida por los alumnos del grupo de clase de 2º de Bachillerato que cursaron *Química* en la modalidad *Ciencias da Natureza e da Saúde*. Dicha muestra estaba constituida por cinco alumnos y seis alumnas de edades comprendidas entre los 17 y los 18 años. La intervención en el aula corrió a cargo de Rodrigo Montes Rodríguez, profesor de educación secundaria que impartía la asignatura de Química durante ese año académico.

Las sesiones de aula se realizaron en el laboratorio de Química del Centro, lo que facilitó la realización de las actividades experimentales y la distribución de los alumnos en pequeños grupos, con amplio espacio para interactuar con los compañeros y con el docente en un clima favorable a la participación de todos, y el registro videográfico de las sesiones de aula.

De acuerdo con la perspectiva metodológica propuesta, el profesor creó un entorno de trabajo en el que se fomentaron situaciones para que los alumnos identificaran y valoraran sus propias ideas y las de sus compañeros. El docente supervisó el trabajo de los grupos, ayudando a los alumnos a explicitar hipótesis y conclusiones, y a elaborar argumentos para justificarlas.

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA SOBRE TERMOQUÍMICA

Estrategias, métodos e instrumentos de análisis propuestos

Para realizar el seguimiento y la evaluación de la propuesta sobre Termoquímica, se analizó la evolución de las formas de pensar y de hacer de los alumnos de la muestra durante la implementación de la secuencia *Termoquímica*. De las respuestas del alumnado se vaciaron una serie de datos que se han sometido a tres tipos de análisis cualitativo:

- Análisis item a item** sobre los razonamientos justificativos y las estrategias de acción que utilizaron los alumnos para dar respuesta a cada una de las actividades realizadas.
- Análisis de los esquemas de razonamiento y acción** que activaron los estudiantes a medida que desarrollaron las actividades.
- Análisis conceptual/procedimental del conocimiento** utilizado por los alumnos a la hora de resolver las situaciones problemáticas planteadas.

Resultados obtenidos

Dada la amplitud de los resultados obtenidos, en el epígrafe siguiente se ofrecen, a modo de ejemplo, los resultados de la evaluación del aprendizaje desarrollado por los alumnos a lo largo de las *Actividades 01* y *03* de la secuencia *Termoquímica*. En relación con el aprendizaje desarrollado, se evaluarán ambas actividades en términos de su adecuación para producir cambios significativos en los conocimientos de los alumnos.

Descripción de las dos actividades objeto de análisis

La *Figuras 3* y *5* recogen, respectivamente, los guiones de las *Actividades 01* y *03* sobre los que trabajaron los alumnos.

Actividad 01:

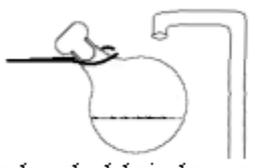
| |
|--|
| Grupo _____ N° _____ Edad _____ Fecha _____ NOMBRE _____ |
| Actividad 01: descripción termodinámica de un sistema físico |
|  <p>En un recipiente abierto, pon a calentar agua sobre un mechero Bunsen o una placa calefactora. Cuando el agua comience a hervir, retira el recipiente de la placa calefactora y deja que el agua repose durante medio minuto. Tapa con cuidado el recipiente.</p> <p>Ahora, traslada con cuidado el recipiente tapado con agua hasta colocarlo debajo de un grifo, y rocía el recipiente con un chorro de agua fría.</p> <hr/> <p>A. ¿Qué le sucede al agua caliente del recipiente: 1.- después de que haya reposado durante medio minuto? 2.- al colocarlo bajo el chorro de agua fría? -----</p> <p>B. ¿A qué crees que se deben los fenómenos que observas? -----</p> <p>C. Después de la intervención del profesor, ¿han variado algunas de tus observaciones y de tus explicaciones? Si así ha sido, describe detalladamente cuáles han variado y en qué. -----</p> |

Figura 3. Guión de trabajo de la Actividad 01.

Mediante la *Actividad 01* se revisan y reestructuran una serie de conceptos que el alumnado ya conoce (temperatura, presión, composición química, energía...), a fin de integrarlos en un nuevo campo de conocimientos: la Termodinámica. Se presentan las *variables termodinámicas* como las propiedades del sistema que permiten caracterizarlo. Los *procesos termodinámicos* se definen como las posibles evoluciones del sistema desde un estado inicial hasta un estado final, pasando por una serie de transformaciones que implican transferencias energéticas con el entorno.

El modelo de diseño de la actividad (*Figura 4*) contempla las fases de exploración, reestructuración/instrucción y aplicación de Ollerenshaw y Ritchie (1997):

a) Fase de exploración

- los alumnos realizan la experiencia
- *etapa de observación autónoma*: detallan por escrito sus observaciones y sus explicaciones a los fenómenos observados
- debate en pequeño grupo sobre las ideas surgidas en el aula
- puesta en común, en gran grupo, en la que el docente ayuda a los estudiantes a:
 - formular sus ideas
 - ser conscientes de las de sus compañeros
 - evaluar, mediante el razonamiento y la argumentación, hipótesis y pruebas.

b) Fase de reestructuración/instrucción

- el docente dirige las observaciones del alumnado hacia la construcción y el desarrollo de:
- los conceptos básicos de la Termodinámica: sistema, proceso, estado y variable termodinámica
- ayuda al alumnado en la guía y sistematización de sus observaciones, (se promueven las estrategias sobre identificación y control de variables).

c) Fase de aplicación

- los alumnos utilizan los conceptos y las destrezas trabajadas para estructurar una respuesta más completa al problema planteado
 - repasan, evalúan y reestructuran sus ideas y las de sus compañeros
 - comparan sus concepciones iniciales con las que van desarrollando, y analizan hasta qué punto han mantenido o variado sus ideas
 - dinámica de trabajo coherente con las características del trabajo científico*
- permite a los investigadores indagar en la evolución del conocimiento de los alumnos.*

Figura 4. Fases del diseño de la Actividad 01.

Actividad 03:

| |
|--|
| <p>Grupo _____ N° _____ Edad _____ Fecha _____ NOMBRE _____</p> |
| <p>Actividad 03: descripción termodinámica de un sistema químico</p> <p>En la figura se representa un tubo de ensayo que contiene ácido clorhídrico diluido, $\text{HCl}_{(aq)}$, y al que se le añade cinc, $\text{Zn}_{(s)}$</p> $\text{Zn}_{(s)} + 2 \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{H}_2_{(g)} + \text{ZnCl}_2_{(aq)}$ <p>Realiza esta experiencia utilizando granalla de cinc y una disolución de ácido clorhídrico 1:1.</p> |
| <p>A. Observa y describe los cambios que observas. -----</p> <p>B. Interpreta dichos cambios. -----</p> <p>C. Después de la intervención del profesor, ¿han variado algunas de tus observaciones y de tus explicaciones? Si así ha sido, describe detalladamente cuáles han variado y en qué. -----</p> |



Figura 5. Guión de trabajo de la actividad 03.

La *Actividad 03* es una actividad de aplicación cuyo objetivo es que los alumnos transfieran sus conocimientos a la interpretación de una reacción redox. El planteamiento y el desarrollo de esta actividad son análogos a los presentados en la *Actividad 01*. En este caso, la elaboración de una explicación para el fenómeno observado requiere que los alumnos integren los conceptos trabajados en la primera actividad con los conceptos presentados en la segunda (calor, trabajo, energía interna, conservación de la energía...).

Evaluación del aprendizaje generado por las dos actividades propuestas

Análisis ítem a ítem:

En este análisis, se vaciaron las afirmaciones contenidas en las manifestaciones de los alumnos; se organizaron los resultados en una serie de categorías, recogidas en tablas. En la *Figura 6* se observa la leyenda de las tablas de análisis; las *Figuras 7* y *8* recogen –simplificada y respectivamente– las tablas de análisis correspondientes a la *Actividad 01* en su fase de exploración y a la *Actividad 03* en su fase de aplicación. De este análisis se extraen las relaciones con las que se elaboraron los esquemas de pensamiento (razonamiento y acción) de los alumnos (*Figura 11*)

| |
|--|
| <p>LEYENDA de las tablas de análisis ítem a ítem</p> |
| <p>No realiza la prueba: * Responde: •</p> |
| <p>Relaciones adecuadas desde el punto de vista de la ciencia escolar: en letra normal. Relaciones alternativas: en letra cursiva.</p> |
| <p>Columna <i>F</i> (frecuencias de respuesta): número de alumnos que argumentan sobre una relación determinada.</p> |
| <p>Columna <i>C</i> (códigos de construcción de los esquemas): etiquetan las relaciones activadas por los alumnos en los esquemas de razonamiento y acción en los que se dimensiona el conocimiento.</p> |

Figura 6. Leyenda de las tablas del análisis.

| UNIDADES DE ANÁLISIS | Alba | Alvaro | Andrés | Antonio | Juan | Lidia | M ^a D. | M ^a P. | Noemi | Roi | Tania | F | C |
|--|------|--------|--------|---------|------|-------|-------------------|-------------------|-------|-----|-------|----|--------------------|
| ELECCION DE HIPOTESIS | | | | | | | | | | | | | |
| El fenómeno observado es la ebullición del agua en diferentes condiciones | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | P01 |
| Reconocen la ebullición a $T = 100^{\circ}\text{C}$, $p = 1\text{ atm}$ | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | P01 |
| Reconocen la ebullición a $T < 100^{\circ}\text{C}$, $p < 1\text{ atm}$ | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | P01 |
| <i>La ebullición es un proceso químico</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | - |
| RAZONAMIENTOS JUSTIFICATIVOS | | | | | | | | | | | | | |
| Relaciones sobre el sistema y el entorno | | | | | | | | | | | | | |
| Identifican el agua contenida en el recipiente como sistema termodinámico (objeto de estudio) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | S01 |
| Identifican un entorno termodinámico | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | S02 |
| Describen el sistema basándose en variables termodinámicas | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | S08, P07, V01 |
| Reconocen la temperatura como variable del sistema | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | S17, V02, V04, V30 |
| Reconocen la presión como variable del sistema | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | S15, V02, V05, V30 |
| Reconocen la composición en fases como var. del sistema | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 5 | S05, V02, V29 |
| Reconocen la composición química como var. del sistema | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | S04, V02, V29 |
| Describen los cambios del sistema durante el aumento de temperatura de T_{ambiente} a $T = 100^{\circ}\text{C}$ (sistema abierto) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | P07, P20, V10 |
| Describen los cambios del sistema durante la ebullición a $T = 100^{\circ}\text{C}$ y $p = 1\text{ atm}$ (sistema abierto) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 9 | P20, V10' |
| Describen los cambios del sistema durante el descenso de temperatura desde $T = 100^{\circ}\text{C}$ (sistema abierto) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 8 | P20, V10' |
| Describen los cambios del sistema durante la ebullición a $T < 100^{\circ}\text{C}$ y $p < 1\text{ atm}$ (sistema cerrado) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 10 | P20, V10' |
| Relaciones sobre las interacciones sistema - entorno | | | | | | | | | | | | | |
| Hacen referencia a la clasificación del sistema en función de sus interacciones con el entorno | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | S18, S19, V30 |
| Mencionan la acción de cerrar el recipiente, o el hecho de que el recipiente esté cerrado | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | S19 |
| Aluden a las transferencias de materia sistema - entorno | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0 | S21 |
| Aluden a las transferencias de energía sistema - entorno | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0 | S22, S23 |
| Utilizan la idea de equilibrio térmico | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | S28 |
| Explican las variaciones de temperatura del sistema como resultado de una interacción sistema - entorno | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | S28, V30 |
| <i>Aluden a la acción de calentar y/o enfriar el sistema</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | S22', S23' |
| Relaciones sobre el fenómeno observado | | | | | | | | | | | | | |
| Justifican el hecho de que se produzca el fenómeno de ebullición a $T = 100^{\circ}\text{C}$ (sistema abierto) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | P07, V10 |
| Justifican el hecho de que se produzca el fenómeno de ebullición a $T < 100^{\circ}\text{C}$ (sistema cerrado) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | P07, V10 |
| La ebullición a $T < 100^{\circ}\text{C}$ se debe a que la temperatura de ebullición del agua, a presión reducida, es menor de 100°C | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | P07, V10, V17, V24 |
| <i>La ebullición a $T < 100^{\circ}\text{C}$ se debe al comportamiento del agua sometida a condiciones que alteran su naturaleza</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 8 | P07, V19 |
| <i>La ebullición a $T < 100^{\circ}\text{C}$ se debe a un cambio (pseudo)-químico en el agua</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | P07, V19 |
| <i>La ebullición a $T < 100^{\circ}\text{C}$ se debe a alteraciones bruscas en la temperatura del sistema</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 8 | P07, V19 |
| <i>La ebullición a $T < 100^{\circ}\text{C}$ se debe a alteraciones bruscas en la presión del sistema</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 8 | P07, V19 |
| SIN RESPUESTA | | | | | | | | | | | | | |
| NO REALIZAN LA PRUEBA | | | | | | | | | | | | | |

Figura 7. Rabla del análisis correspondiente a la Actividad 01.

| UNIDADES DE ANÁLISIS | Alba | Alvaro | Andrés | Antonio | Iván | Lidia | M ^a D. | M ^a P. | Noemí | Roi | Tania | F _i | C |
|---|------|--------|--------|---------|------|-------|-------------------|-------------------|-------|-----|-------|----------------|---------------|
| ELECCION DE HIPOTESIS | | | | | | | | | | | | | |
| El fenómeno observado implica una reacción química | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 11 | P01 |
| La reacción implica transferencias de energía sistema - entorno | • | • | | • | • | • | | | • | | • | 7 | S24, P06, V30 |
| <i>Se libera calor desde el sistema hacia el entorno</i> | | | | | | | | | | • | | 1 | |
| Se producen transferencias de energía por calor | | | | | | | | | • | | • | 2 | S26, P08 |
| <i>La energía se libera en forma de calor</i> | | • | • | | | | | | | | | 2 | S26' |
| Se producen transferencias de energía por trabajo | | | | | | | | | • | | | 1 | S27, P09 |
| <i>La energía se libera en forma de trabajo</i> | | | • | | | | | | | | | 1 | S27' |
| Existe un "contenido energético" intrínseco al sistema (U) | • | | | | | | | | | • | | 2 | P06, P19 |
| La energía del Universo es constante (ni se crea ni se destruye) | • | | | | | | • | | | | | 2 | P26, P29 |
| Clasifican el proceso como exotérmico | • | | | | | | | | | | | 1 | S26 |
| RAZONAMIENTOS JUSTIFICATIVOS | | | | | | | | | | | | | |
| Relaciones macroscópicas | | | | | | | | | | | | | |
| Relaciones sobre el sistema y el entorno | | | | | | | | | | | | | |
| Identifican un sistema termodinámico | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 11 | S01 |
| Identifican como sistema a la mezcla contenida en el tubo | • | | | | | • | | • | | • | • | 5 | S01 |
| Identifican el sistema químico reactivos - productos | | • | • | • | • | | | • | • | | • | 7 | S01 |
| Identifican un entorno termodinámico (exterior al sistema) | • | • | • | • | | • | • | • | • | • | • | 10 | S02 |
| Utilizan el concepto de universo termodinámico | • | | | | | | • | | | | | 2 | S03, |
| Describen el sistema basándose en variables termodinámicas | • | • | • | • | • | • | | • | • | • | • | 10 | S08, V01, V02 |
| Reconocen la temperatura como variable del sistema | • | | | | | | • | • | • | | • | 5 | S17, V04, V30 |
| Reconocen la presión como variable del sistema | | • | | | | | | • | | | | 2 | S15, V05, V30 |
| Reconocen la composición en fases como var. del sistema | • | • | • | • | | • | • | • | • | • | • | 10 | S05, V29 |
| Reconocen la composición química como var. del sistema | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 11 | S04, V29 |
| Describen el estado inicial del sistema | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 11 | P07, V19 |
| Describen el estado final del sistema | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 11 | P07, V19 |
| Clasifican el sistema según el número de fases presentes en alguno de los estados por los que pasa a lo largo del proceso | • | • | • | • | | | | • | • | • | • | 8 | S06, S07, V27 |
| Justifican los cambios del sistema basándose en la reacción | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 11 | P01, V27 |
| Relaciones sobre las interacciones sistema - entorno | | | | | | | | | | | | | |
| Hacen referencia a la clasificación del sistema en función de sus interacciones con el entorno (sistema abierto) | • | • | • | • | • | • | | • | • | | • | 9 | S20, V30 |
| Aluden a las transferencias de materia sistema - entorno | • | • | • | • | | • | | • | • | • | • | 9 | S21, S25 |
| Aluden a las transferencias de energía sistema - entorno | • | • | • | | | • | • | • | • | • | • | 9 | S22, S24 |
| Relacionan el calor con la diferencia de temperatura sistema - entorno | • | | | | | | | | | | • | 2 | S28 |
| Relacionan el trabajo con la liberación/expansión del gas producido en la reacción | • | • | | | | | | • | • | | | 4 | S29, S30, V10 |
| Relacionan el trabajo con el aumento de volumen del sistema | • | | | | | | | • | • | | | 3 | S29, V10 |
| Relacionan el trabajo con la presión que ejerce el gas | | • | | | | | | • | | | | 2 | S30, V10 |
| Relaciones sobre el fenómeno observado | | | | | | | | | | | | | |
| Utilizan el concepto de proceso termodinámico | | | | | • | | | | • | | | 2 | P01 |
| Recogen observaciones sobre el burbujeo producido | • | • | • | • | • | • | | • | • | • | • | 10 | S05, S24 |
| El burbujeo se debe al gas producido en la reacción | • | • | • | • | | | | • | • | • | • | 8 | S05, S24 |
| <i>El burbujeo se debe al desprendimiento de vapor/huono</i> | • | • | | | | | | • | | | | 3 | S05, S24 |
| Recogen observaciones sobre el aumento de temperatura | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 11 | S17, P07 |
| Recogen observaciones sobre la disolución del Zn | • | • | | • | • | • | • | • | • | • | • | 10 | S05 |
| Relaciones microscópicas | | | | | | | | | | | | | |
| Romper enlaces absorbe energía | • | • | | | | | | | • | | | 3 | - |
| Romper enlaces libera energía | | | • | • | | | | | | | | 2 | - |
| Formar enlaces libera energía | • | • | | | | | | | • | | | 3 | - |
| SIN RESPUESTA | | | | | | | | | | | | | |
| NO REALIZAN LA PRUEBA | | | | | | | | | | | | | |

Figura 8. Tabla del análisis correspondiente a la Actividad 03.

A continuación se resumen los resultados del análisis *item a item* para las *Actividades 01 (Figura 9)* y *03 (Figura 10)*.

| Fase de exploración (principio) | Fase de aplicación (final) |
|---|---|
| Mantienen la hipótesis de la ciencia escolar (reconocen el fenómeno de ebullición del agua a $T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) | |
| Todos los alumnos | Todos los alumnos |
| Justifican adecuadamente la hipótesis de la ciencia escolar | |
| Dos alumnos de once (2/11) | Hasta 5/11 |
| No utilizan razonamientos del dominio microscópico (tampoco los que consideran que la ebullición es un proceso químico) | |
| Revelan una pobre comprensión del fenómeno de ebullición Ejemplo: los cambios bruscos de temperatura (8/11 alumnos) y/o los cambios bruscos en la presión (8/11 alumnos) pueden "alterar" la temperatura de ebullición del agua | |
| Relaciones que predominan en el discurso (escrito) | |
| Relaciones descriptivas macroscópicas Descripción de los fenómenos "observables" Variables: en general, solamente T | Relaciones descriptivas macroscópicas Descripción del sistema mediante variables termodinámicas [T, p, V, d (densidad)] |
| Obstáculos a la aplicación del conocimiento | |
| Todos conocen el concepto "temperatura de ebullición"... | ... pero sólo 3/11 alumnos conocen el concepto "punto de ebullición" |
| No controlan adecuadamente las variables implicadas (p, T, V) Ejemplo: 3/11 consideran que la presión en el interior del recipiente cerrado, colocado éste bajo el chorro de agua fría, es mayor que la presión exterior. | |
| Conceptos y destrezas promovidas por la actividad | |
| * Las relaciones justificativas no mejoran sustancialmente. Causas: - El planteamiento de la actividad prepondera descripción sobre justificación - Pobre comprensión del fenómeno observado - Los alumnos no parecen sentir la necesidad de sistematizar sus observaciones y sus explicaciones. | + Mejoran las relaciones sobre la identificación y descripción del sistema (variables termodinámicas). + Mejora levemente el análisis del proceso termodinámico Los alumnos presentan bastantes dificultades en la sistematización y organización de sus observaciones. |

Figura 9. Resumen de los resultados del análisis *item a item* –Actividad 01.

| Fase de exploración (principio) | Fase de aplicación (final) |
|--|---|
| Mantienen la hipótesis de la ciencia escolar <i>(relacionan la experiencia con las transferencias energéticas en las reacciones químicas)</i> | |
| Todos los alumnos | |
| 2/11 reconocieron el calor como un proceso de transferencia de energía | |
| 6/11 reconocieron el calor como una forma de energía | |
| 1/11 reconoció el trabajo como proceso de transferencia energética | |
| Justifican adecuadamente la hipótesis de la ciencia escolar | |
| Dificultades para definir el sistema, ligadas a las características fenomenológicas de la reacción: - En el debate en gran grupo, 7/11 alumnos optaron por la definición "química" de sistema (reactivos/productos); 4/11 optaron por "el contenido del tubo de ensayo" - De ellos, solamente 1/11 consideró el sistema como cerrado; la contradicción de los 6/11 restantes parece debida a la influencia de los aspectos "observables": es difícil concebir como parte del sistema un gas que se evade del recipiente. | La mayoría sostienen relaciones sobre los procesos de transferencia de energía: - 9/11: la reacción implica transferencias de energía entre el sistema y el entorno - 5/11 manifestaron relaciones directas T-calor, expansión-trabajo o presión-trabajo. - Aunque no se manifestó una relación directa entre V y trabajo, solamente 1/11 alumnos parecen considerar que la expansión del sistema implica un aumento de tamaño de las partículas del sistema |
| 6/11 utilizan razonamientos del dominio microscópico; 4 manifestaron las relaciones acordes con la ciencia escolar | |
| <i>Sin instrucción previa al respecto</i> , en el debate en gran grupo surgió el aspecto energético de los procesos de ruptura y formación de enlaces. | |
| Revelan una pobre comprensión del fenómeno de reacción química | |
| Ejemplos: antes de la instrucción, 6/11 consideraban que el burbujeo observado se debe al desprendimiento de humo o vapor (2/11) o a movimientos en el seno de la disolución (4/11) | |
| Relaciones que predominan en el discurso (escrito) | |
| Relaciones descriptivas macroscópicas Descripción de los fenómenos "observables" | Relaciones descriptivas macroscópicas Descripción del sistema mediante variables termodinámicas [T, p, V, d (densidad)] |
| Obstáculos a la aplicación del conocimiento | |
| 6/11 alumnos "adaptaron" la idea alternativa de "las formas de energía" a su discurso sobre las transferencias de materia: ... el sistema transfiere "materia en forma de gas/vapor/hidrógeno, etc." con el entorno. | |
| Conceptos y destrezas promovidas por la actividad | |
| + Las relaciones justificativas mejoran sustancialmente. - En los alumnos que no revelan evolución la causa es, fundamentalmente, la muy pobre comprensión del fenómeno observado - Los alumnos que presentan evolución en este aspecto recurren a los conceptos "microscópicos" del conocimiento | + Mejoran las relaciones sobre la identificación y descripción del sistema (variables termodinámicas) y del proceso termodinámico Todos incorporaron la idea de que el sistema evoluciona entre un estado inicial y un estado final, y describieron los estados inicial y final del sistema mediante variables termodinámicas. |

Figura 10. Resumen de los resultados del análisis ítem a ítem –Actividad 03.

Análisis por esquemas de razonamiento y acción:

Basados en la teoría del esquema (Rumelhart y Ortony, 1982), los esquemas de razonamiento y acción (Domínguez, de Pro y García-Rodeja, 2003) pueden definirse como representaciones de las estructuras idiosincrásicas de conocimiento en las que se integran razonamiento y acción, y que cada individuo puede utilizar y transferir en diversos contextos para procesar una determinada información. La estructura cognitiva se organiza en un conjunto de esquemas de pensamiento (razonamiento y acción), que constituyen redes de relaciones conceptuales referentes a un ámbito concreto; las relaciones suelen ser múltiples e interdependientes.

El análisis por esquemas de razonamiento y acción se basa en comparar los esquemas idiosincrásicos de cada alumno con los esquemas *referenciales de la ciencia escolar*, que contienen las relaciones que se espera que los alumnos desarrollen a lo largo del proceso de construcción del conocimiento. Sobre la base de los esquemas referenciales, se reconstruye la estructura de los argumentos y las acciones que cada alumno activó para dar respuesta a los problemas planteados. La *Figura 11* muestra el número de relaciones que activaron los alumnos al inicio de la intervención, y al final de la *Actividad 03*.

| | Alba | Alvaro | Andrés | Antonio | Iván | Lidia | M ^a D. | M ^a P. | Noemí | Roi | Tania | TOTAL |
|--|---|--------|--------|---------|------|-------|-------------------|-------------------|-------|-----|-------|-------|
| Actividad 01 | NUMERO DE RELACIONES CONTENIDAS EN LOS ESQUEMAS | | | | | | | | | | | |
| | 17 | 20 | 16 | 20 | 17 | 22 | 18 | 19 | 17 | 18 | 20 | 205 |
| | Esquema de razonamiento "Sistemas termodinámicos" | | | | | | | | | | | |
| | 7 | 9 | 6 | 7 | 7 | 8 | 6 | 8 | 6 | 7 | 8 | 80 |
| Esquema de razonamiento "Procesos termodinámicos" | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 25 | |
| Esquema de acción "Control y procesamiento de variables" | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 9 | 8 | 11 | 8 | 12 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 100 | |
| Actividad 03 | NUMERO DE RELACIONES CONTENIDAS EN LOS ESQUEMAS | | | | | | | | | | | |
| | 35 | 31 | 25 | 23 | 17 | 21 | 18 | 29 | 33 | 22 | 26 | 280 |
| | Esquema de razonamiento "Sistemas termodinámicos" | | | | | | | | | | | |
| | 18 | 17 | 15 | 13 | 8 | 12 | 8 | 16 | 17 | 13 | 15 | 152 |
| | Esquema de razonamiento "Procesos termodinámicos" | | | | | | | | | | | |
| 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 42 | |
| Esquema de acción "Control y procesamiento de variables" | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 9 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 10 | 9 | 5 | 7 | 78 | |
| <i>Relaciones microscópicas</i> | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 | |

Figura 11. Relaciones activadas por los alumnos entre las Actividades 01 y 03.

Estas relaciones se organizan en los esquemas de razonamiento y acción de cada alumno. El análisis comparativo de los esquemas que activaron los alumnos durante la intervención, con respecto a los esquemas correspondientes a momentos antes de la intervención, sirve para evaluar el aprendizaje desarrollado. La comparación entre los esquemas de los alumnos y los esquemas referenciales ofrece información sobre la capacidad de la propuesta didáctica para promover aprendizaje.

A lo largo de las dos actividades, todos los alumnos activaron esquemas de razonamiento útiles en la descripción termodinámica de los sistemas químicos y de los procesos que en ellos tienen lugar. Sin embargo, los esquemas de acción no se modificaron significativamente hacia la construcción de relaciones que les permitieran controlar y procesar variables. Esto puede deberse a dos causas: en primer lugar, no se dedicó *en concreto* ninguna actividad a fomentar la activación de esquemas de acción; por otra parte, parece plausible que los esquemas de razonamiento necesiten, para activarse, menor tiempo de desarrollo que los esquemas de acción, que organizan relaciones referidas al *saber hacer*.

A modo de ejemplo, en la *Figura 12* se comparan los esquemas de razonamiento sobre sistemas termodinámicos de la alumna Noemí en la fase de exploración de la *Actividad 01*, y tras la realización de la *Actividad 03*.

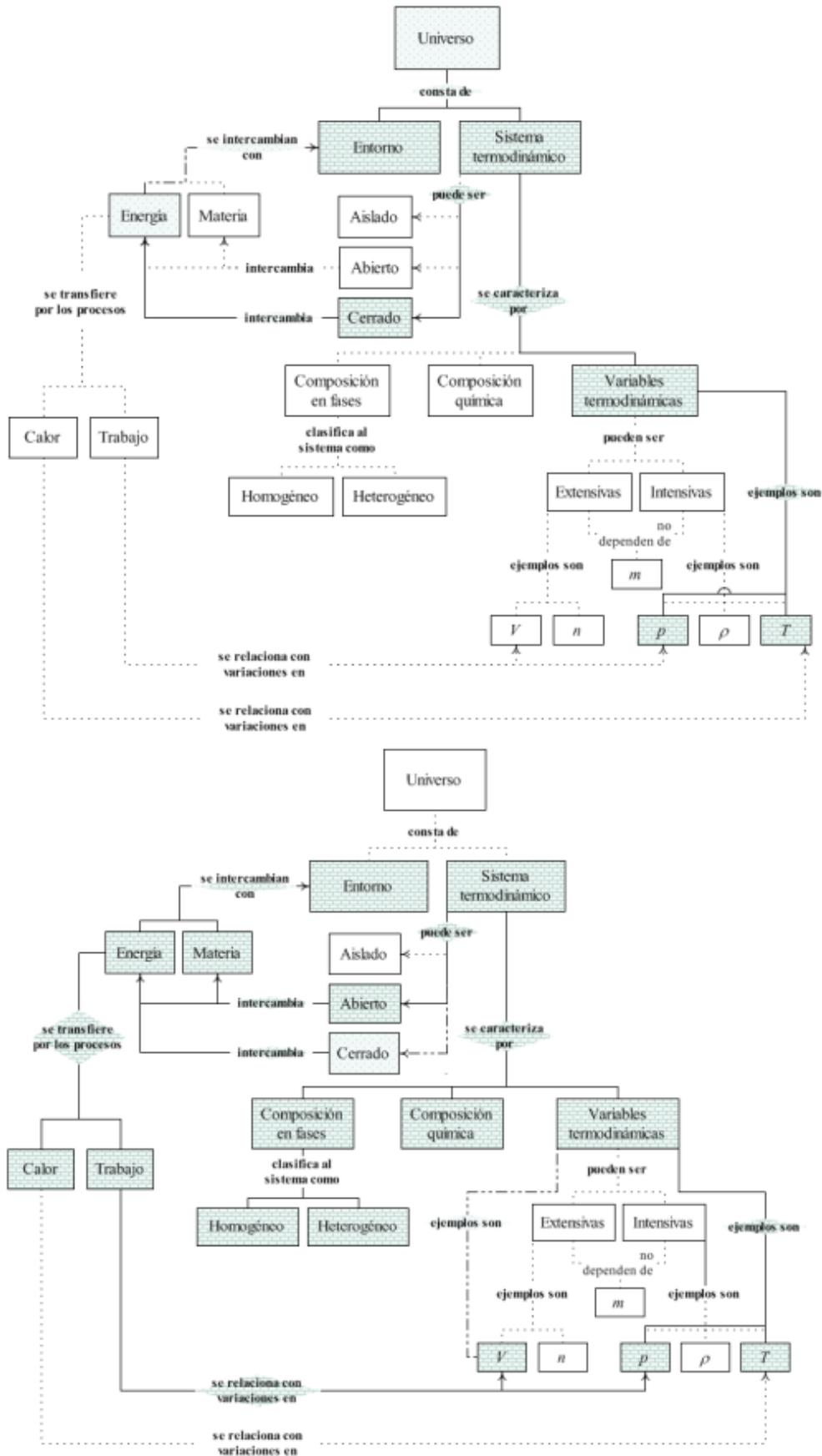


Figura 12. Esquemas de razonamiento “Sistemas termodinámicos” de la alumna Noemí.

El análisis completo de los esquemas de pensamiento de los alumnos antes y tras la intervención apunta a que, en conjunto, la propuesta didáctica ha sido eficaz propiciando cambios significativos en los esquemas de pensamiento de los alumnos, tanto en lo referente al razonamiento, como en lo referente a la acción.

Análisis conceptual/procedimental:

Se realizó además un análisis conceptual/procedimental, que permitió estudiar qué constructos científicos movilizaron los alumnos para dar respuesta a las situaciones propuestas en las tareas, con qué coherencia utilizaron dichos constructos y qué valor y alcance descriptivo, explicativo y predictivo otorgaron a cada constructo utilizado.

Ello requiere contextualizar el conocimiento utilizado, estimar su evolución y valorar la capacidad que demuestran los alumnos en la utilización y movilización del conocimiento. Con tal propósito, los investigadores diseñaron el análisis conceptual/procedimental desde una perspectiva competencial basada en los postulados del marco teórico de PISA 2006 (OCDE, 2006). Partiendo de la definición de competencia científica PISA 2006, los autores desarticulaban esta competencia en sub-competencias (o *competencias concretas*) organizadas en niveles inclusivos, hasta obtener una serie de sub-competencias simples. Cualquiera de las sub-competencias diseñadas por los investigadores involucra la articulación de una serie de capacidades que se adquieren al dominar una serie de conocimientos, adquirir y consolidar una serie de destrezas, y adoptar una serie de actitudes.

Dada la complejidad del análisis, a continuación se desarrolla brevemente la construcción del concepto de *proceso termodinámico* a lo largo de las *Actividades 01* y *03*. Este concepto puede caracterizarse, en el marco del análisis conceptual/procedimental, como se recoge en la *Figura 13*:

ASPECTO A ANALIZAR: proceso termodinámico

COMPONENTE COMPETENCIAL: cognitiva (conocimientos / destrezas) // afectiva

TIPO DE CONSTRUCTO: concepto / enunciado / teoría / modelo

DOMINIO DE CONOCIMIENTO: macroscópico / microscópico / representacional

CATEGORÍA ONTOLÓGICA: entidades / eventos

OPERACIONES MENTALES MÍNIMAS REQUERIDAS PARA UTILIZARLO:

IDENTIFICACIÓN:

Se requiere identificar un proceso físico o químico, que tenga lugar en un sistema

DEFINICIÓN:

Se requiere definir los estados inicial y final del sistema en el proceso físico/químico

DESCRIPCIÓN:

Su descripción requiere las variaciones en las variables función de estado del sistema y los procesos de transferencia de energía (calor y trabajo)

JUSTIFICACIÓN:

No requiere justificación, puesto que se elige el proceso que convenga analizar.

PREDICCIÓN:

Idem...

REPRESENTACIÓN:

REPRESENTACIONES LÉXICAS: "proceso termodinámico", o "proceso"

REPRESENTACIONES ALGEBRAICAS:-

REPRESENTACIONES ICÓNICAS: existen múltiples posibilidades

REPRESENTACIONES GRÁFICAS: diagramas entálpicos

Figura 13. Concepto de estado termodinámico en el análisis conceptual/procedimental (simplificado).

Cruzando los datos de las manifestaciones de los alumnos y de los esquemas de pensamiento, se "reconstruyen" los elementos competenciales que dotan de significado, funcionalidad y aplicabilidad al concepto de estado termodinámico (Figura 14):

DEFINEN EL CONCEPTO DE PROCESO TERMODINÁMICO:

No. En la *Actividad 03*, 2/11 lo citan explícitamente, sin llegar a definirlo.

UTILIZAN EL CONCEPTO DE PROCESO TERMODINÁMICO:

Actividad 01: no sistematizan sus observaciones sobre la evolución del sistema en un *proceso*.

Actividad 03: utilizan relaciones que contienen, explícita o implícitamente, el concepto de proceso.

UTILIZAN RELACIONES QUE INVOLUCRAN EL CONCEPTO DE PROCESO:

- Sistema termodinámico: definido implícitamente (*Actividad 01*) y explícitamente (*Actividad 03*).
 - Identifican un sistema, y los estados inicial (reactivos) y final (productos) del sistema
 - Caracterización mediante la composición química y en fases
- Fenómeno observado: identifican la reacción química, los reactivos y los productos.

OPERACIONES MENTALES EN LAS QUE INVOLUCRAN EL CONCEPTO DE PROCESO:

- Identificación/definición (implícita): el proceso es la reacción química que sucede en el sistema.
- Descripción: el proceso comienza con el estado inicial del sistema y termina con el estado final. Además, involucra “cambios energéticos”: calor y trabajo.
- Representación: implícitamente, asocian el proceso a la ecuación química.

DIFICULTADES CONSTATADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE PROCESO:

- Relacionadas con el dominio de conocimiento (macroscópico): ninguna.
- Relacionadas con la categoría ontológica (eventos): en más de la mitad de los alumnos.
 - Identificación sistema - estado (final) del sistema: “*el sistema es heterogéneo, consta de la disolución y el gas*”.

Puede venir influida por el predominio de los aspectos fenomenológicos sobre los abstractos en las observaciones del alumnado: el estado inicial “se eclipsa” del discurso en detrimento de “lo observable”, que es la sucesión de estados cada vez más cercanos al estado final, y que “se parecen” -fenomenológicamente- más a él.

- Confusión entre categorías ontológicas *entidades-eventos*:
 - Calor y trabajo (Chi *et al.*, 1994) como *entidades (fuerzas o formas de energía)*, y no como procesos (de transferencia de energía)
 - Además de las dificultades inherentes a estos conceptos... Si calor y trabajo son “procesos”, ¿pueden tener lugar durante un “proceso” (termodinámico)?
 - El sistema como *proceso*: “*el sistema se divide en dos etapas: estado inicial y estado final*”
 - El sistema cobra la dimensión de un proceso que consta de etapas o pasos: confusión sistema - proceso.
- Relacionadas con la “dependencia con respecto a la variable tiempo”:
 - Más de la mitad de los alumnos presentan grandes dificultades para diferenciar entre el hecho de que una variable se modifique con el tiempo, y el hecho de que *dependa físicamente* del tiempo.

En actividades posteriores, esta tendencia constituyó uno de los principales obstáculos a la hora de construir las representaciones de los cambios energéticos de los sistemas mediante diagramas entálpicos: en la fase de exploración, 6 de los alumnos consideraban que la variación de entalpía de una reacción química debía representarse frente al tiempo; no obstante, en la representación gráfica que elaboraron, 4 de ellos consideraron el tiempo una variable discreta, probablemente debido a que solamente disponían de los valores inicial y final de entalpía del sistema. En todo caso, no se percataron de la contradicción existente en sus representaciones hasta que se produjo la intervención del docente.

Figura 14. Construcción del concepto de estado termodinámico (*Actividades 01 y 03*).

De este análisis se concluye que la construcción del concepto de *proceso termodinámico* ha presentado algunas dificultades, fundamentalmente relacionadas con la atribución de una categoría ontológica inadecuada a prerrequisitos conceptuales como sistema, calor o trabajo. Sin embargo, la *Actividad 03* promovió cambios significativos en la forma en que los alumnos definieron y describieron el sistema y sus estados inicial y final. Dos alumnos utilizaron sin dificultad el concepto de *proceso termodinámico* acorde con el de la ciencia escolar, y los demás avanzaron en la construcción de los conceptos necesarios para desarrollar el concepto de *proceso*.

CONCLUSIONES DEL TRABAJO

Se observó que, inicialmente, los alumnos tenían escasos conocimientos sobre los fenómenos propuestos, y manifestaban dificultades para expresar y sistematizar sus observaciones. La falta de integración entre los conocimientos de los dominios macroscópico y microscópico (Johnstone *et al.*, 1982), y la carencia de conocimientos sobre los aspectos microscópicos se han revelado como obstáculos a la hora de dar significado a los conceptos y enunciados termodinámicos.

A lo largo de la implementación de la propuesta, los alumnos activaron esquemas de razonamiento y acción útiles en la descripción termodinámica de los sistemas químicos y de los procesos que en ellos tienen lugar; y avanzaron en la movilización de conocimientos científicos para la descripción e interpretación de situaciones problemáticas. Este hecho nos permite cuantificar la capacidad de la propuesta didáctica para promover cambios significativos en el conocimiento de los alumnos hacia relaciones más acordes con la ciencia escolar.

Partiendo de los resultados de los análisis realizados puede “reconstruirse” una perspectiva de evaluación competencial, relacionando entre sí las categorías inclusivas que recogen las sub-competencias que engloban los aspectos conceptuales y procedimentales concretos movilizados por los alumnos.

AGRADECIMIENTOS

A la AECID el PCI A/019399/08

Al profesor Rodrigo Montes Rodríguez y a sus alumnos, por su colaboración desinteresada.

BIBLIOGRAFÍA

Chi, M. T. H., Slotta, J. D., Deleeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27–43.

Díaz, J., Jiménez, M. (1999). Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. *Alambique*, 20, 9-16.

Coll, C., Pozo, J.I., Sarabia, B., Valls, E. (1992). Los contenidos en la Reforma. Madrid: Santillana.

Domínguez, J.M. (ed.). (2007). Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias. Fundamentos y planificación. Santa Fe (Argentina): Ediciones UNL, Secretaría de extensión, Universidad Nacional del Litoral.

Domínguez, J.M., Pro, A., García-Rodeja, E. (2003). Esquemas de razonamiento y de acción de estudiantes de ESO en la interpretación de los cambios producidos en un sistema material. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 199-214.

García de Cajén, S. (2007). Perfiles argumentativos sobre la transformación de la energía eléctrica en una resistencia óhmica. Currículo, libros de texto y profesorado. Tesis de Doctorado. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la Universidad.

Johnstone, A.H. (1982). Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.

OCDE (2006): PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Santillana Educación S.L. para la edición española.

Ollerenshaw, C. H. Ritchie, R. (1997). Primary Science. Making it work. London: David Fulton Publishers.

Pereira García, I., Domínguez Castiñeiras, J. M. (2008) Problemática de aprendizaje de la Termodinámica Química. *Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (732-751). Editorial: Editorial Universidad de Almería.

Pereira García, I., Domínguez Castiñeiras, J. M. (2008). Protocolo para investigar a implementación dunha secuencia de ensinanza na aula: Temodinámica Química. *Libro-Guía del XXI Congreso de ENCIGA* (59-61). Edita: ENCIGA.

Pereira García, I., Domínguez Castiñeiras, J. M. (2009). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termoquímica en 2º de Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias – Revista de investigación y experiencias didácticas, Número extra 2009*, 2597-2604.

Sánchez, G., Valcárcel, M.V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.

Rumelhart, D.E., Ortony, A. (1982). La representación del conocimiento en la memoria. *Infancia y Aprendizaje*, 19-20, 115-118.

Shayer, M., Adey, P. (1986). La Ciencia de Enseñar Ciencias. Madrid: Narcea.

XUGA. Decreto 126/2008, del 19 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo del Bachillerato de la Comunidade Autónoma de Galicia. *Diario Oficial de Galicia*, 120, 12.183, 23-VI-2008.

Experimentación y fábulas científicas.

Un camino para abordar la ciencia en primaria

Zagal, M.

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales

Universidad Autónoma de Barcelona

zagalmarc@yahoo.es

RESUMEN

Este documento muestra una propuesta didáctica para abordar el conocimiento científico en niños y niñas de educación primaria a través de tres narraciones que combinan la experimentación y una serie de analogías sobre la creación del universo, la aparición del hombre y el inicio de la vida en la tierra denominada las grandes lecciones. Estas narraciones corresponden a un conjunto de fábulas que forman parte del currículum de la educación Montessori, a partir de las cuales se formulan interrogantes científicas en torno a distintos fenómenos que ocurren en la naturaleza y que muchas veces son desapercibidos e incuestionables, a modo de ejemplo están los cambios de estado, las propiedades físicas de la materia, la luz, la densidad, entre otros. Tienen inicialmente, una finalidad impresionista porque pretenden despertar en los estudiantes -a través de diversos y sencillos experimentos- la creatividad, la formulación de preguntas, el planteamiento de hipótesis, como también intencionar la experimentación y manipulación en la educación primaria. Un aspecto destacado de esta propuesta es la mezcla de un lenguaje cotidiano y científico el cual promueve la formulación de preguntas que posteriormente pueden derivar en trabajos de investigación o diseños experimentales, entre otras actividades curriculares, que contribuirán a la reinterpretación y comprensión de lo que ocurre en su entorno natural, convirtiéndose en un punto de partida para que niños y niñas construyan su conocimiento científico.

Palabras claves

Narraciones y analogías científicas, educación primaria, aprendizajes significativos, preguntas esenciales.

INTRODUCCIÓN

En consideración del notable incremento del conocimiento científico alcanzado en el último siglo y especialmente en los últimos 50 años surge una nueva problemática para la enseñanza de las ciencias en relación a acercar este cúmulo de conocimiento a la mayor parte de población escolar. En esta problemática se evidencia la necesidad de hacerlo llegar como parte de la actividad humana (Izquierdo, 2003) y no como un conocimiento lejano basado en explicaciones complejas. En este sentido consideramos que el abordar el conocimiento científico a partir de la narración de fábulas es una forma significativa para comunicar este conocimiento y a la vez un punto de partida para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en la escuela. Según Candela (1999) el lenguaje no es un instrumento para la transmisión de información, sino un medio dinámico para la acción social, el cual nos permite construir significados. Si vemos el aula como un micro espacio de interacción social, es posible apreciar algunos retos en este sentido, donde las formas de comunicación sean el vínculo para que este conocimiento sea cercano y significativo para los estudiantes promoviendo una diversidad de estrategias de aprendizaje a fin de lograr en los

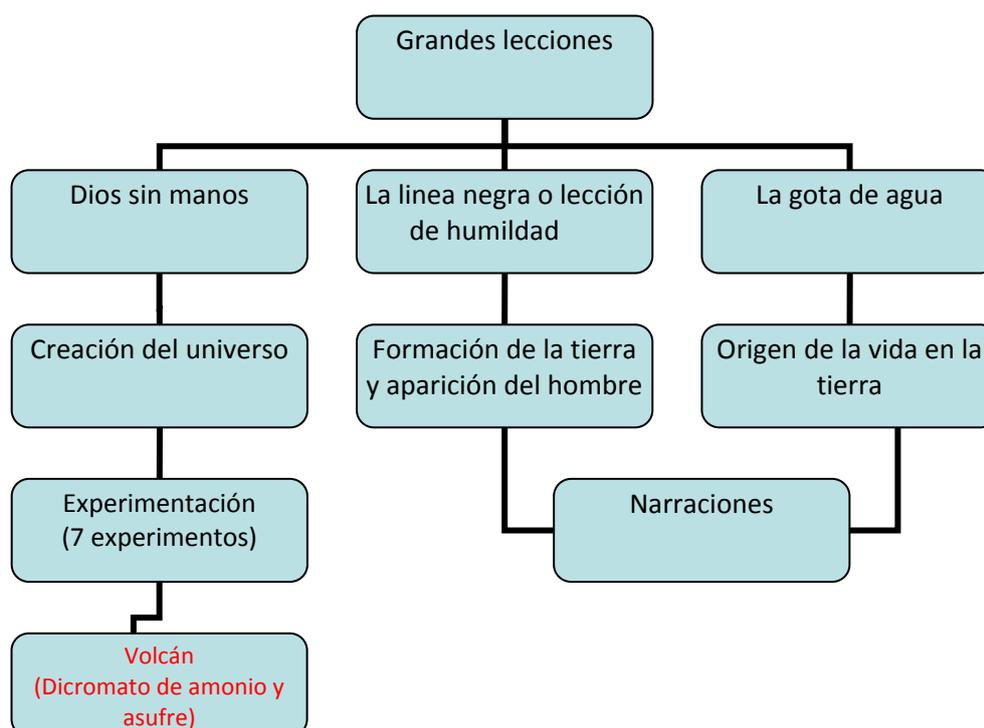
educandos una relación más activa y personal con el conocimiento, , permitiéndoles ver la ciencia relacionada con sus propios contextos reales.

Las fábulas científicas nos entregan una valiosa oportunidad para presentar la ciencia desde otro punto de vista, menos tradicional al que quizás estamos acostumbrados, que muchas veces es asociada con una ciencia erudita y experta que plantea verdades incuestionables y a la vez estáticas (Galagovsky; Adúriz-Bravo, 2001). Asimismo enfocar la ciencia desde otro punto de vista haciéndola más cercana implica también algunos cambios en la manera de concebir la educación, de cómo transmitir a los estudiantes este conocimiento, de cómo comunicar este conocimiento en el aula. Por tanto tales planteamientos muestran la necesidad de que los procesos de enseñanza estén centrados en los estudiantes, que éste tome un rol protagónico en la construcción de este saber científico, pero también implica cambiar el rol de experto del profesor en el aula por otro más facilitador de dicho proceso (Stoll, 2007). El pasar de un profesor experto a uno facilitador de los aprendizajes conlleva, entre otras cosas, a modificar la forma autoritaria en que se entrega este conocimiento a otras formas más dialogantes, vale decir pasar de una imposición de ideas incuestionables a otro en el cual estas se pueden debatir, cuestionar y/o consensuar dentro de la dinámica de aula. Es muy difícil que un profesor por muy experto que sea pueda manejar toda la información disponible en cualquier área del curriculum escolar por la velocidad con que ésta va creciendo. Sin embargo aunque así fuese no basta con dominar ampliamente un campo del conocimiento sino que también debe tener herramientas que le permitan comunicarlo de tal manera que genere el interés en sus educandos para que estos construyan su propio conocimiento. Es aquí donde la forma en que se comunica este conocimiento complejo y dinámico cobra real importancia dado que muchas veces la forma en que se comunica la ciencia resulta poco atractiva e interesante. Distintas investigación en didáctica de las ciencias experimentales tienen como línea central el estudio de las formas y estilos de comunicación en el aula en los distintos niveles de enseñanza de las ciencias, como una forma de alcanzar la alfabetización científica de la sociedad (Izquierdo, 2007; Mortimer y Scott, 2003; Scott y Ametller, 2007) En este sentido actualmente uno de los principales desafíos para una adecuada apropiación del conocimiento científico por parte de los estudiantes es involucrar a la escuela en la creación y mantención de condiciones básicas que fomenten espacios para la discusión de ideas en un clima de tolerancia y pluralismo, promoviendo un diálogo amplio, democrático y abierto durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por tanto la utilización de fábulas u otras narraciones que muestren que la ciencia está más cercana de lo que parece en distintos fenómenos de la vida diaria, es un camino importante de seguir explorando no solo en la educación primaria sino en los distintos niveles educativos.

PROPUESTA DIDÁCTICA

Esta comunicación se centra en mostrar una propuesta innovadora de cómo comunicar el conocimiento científico en el aula a través de la narración de fábulas, como también mostrar posibles extensiones curriculares que puedan que puedan aplicarse en la educación primaria. Al respecto es importante señalar que la utilización de analogías y la metáforas han jugado un papel muy importante en el desarrollo histórico del conocimiento científico (Oliva et al. 2003), un ejemplo de esto es la analogía del “budín con pasas” para explicar el modelo atómico de Thomson, o la teoría del campo electromagnético de Maxwell. De esta manera es posible lograr representaciones más significativas del conocimiento científico y facilitar la transferencia de éste a otros campos, por tanto sirven para comprender intuitivamente conceptos abstractos los cuales al vincularlos con situaciones concretas, facilitan su asimilación. Asimismo, el lenguaje científico se enriquece con diversas estrategias supuestamente exclusivas del lenguaje literario, sin embargo juegan un importante rol en la construcción y consenso de significaciones en la ciencia (Gross, 1990).

Una de las estrategias mediante la cual se introduce en el conocimiento científico a niños y niñas en la educación Montessori es a través de las denominadas “grandes lecciones” que específicamente en la educación primaria busca dar una mirada amplia hacia aspectos históricos y evolutivos relacionados con el conocimiento y el desarrollo humano (Montessori, 2003). Las grandes lecciones corresponden a fábulas que narran historias sobre hechos reales que tiene una connotación científica y cuya primera finalidad tiene un carácter impresionista en los niños y una segunda finalidad tiene que ver con que a partir de situaciones concretas elaboren preguntas, las investiguen, experimenten, discutan y cuestionen, le den significado a sus descubrimientos, etc., estimulando la imaginación y la creatividad. A continuación presentamos un esquema que muestra las ideas generales en las que se basan estas grandes lecciones junto con un pequeño extracto de una lección.



Esquema 1. Estructura general de las fábulas científicas llamadas (grandes lecciones) utilizadas en la educación Montessori.

Fábula: el dios sin manos

Introducción: Esta fábula narra la historia de la creación del universo, la formación de la tierra y de todo lo que está a nuestro alrededor por parte de un gran espíritu. En este relato se dan a conocer una serie de analogías en relación a la distancia que hay entre el sol y la tierra, el tiempo que demora en llegar la luz a la Tierra, los estados de la materia, los cambios de estado, densidades, y propiedades físicas de los sólidos, líquidos y gases, entre otras. Por otra parte se intencionan una serie de preguntas esenciales (Elder, Paul, 2002) con respecto a cómo se formó todo lo que vemos a nuestro alrededor, ¿quién es este gran espíritu?, ¿cómo es posible que haya formado todo lo que nos rodea?, ¿cómo pudo hacerlo?, ¿dónde está?, etc. De esta manera se generan una serie de interrogantes importantes para abordar el conocimiento científico, las cuales se van desarrollando durante la narración y otras pueden ser abordadas, posteriormente en extensiones curriculares desde el propio relato o los experimentos desarrollados durante la narración. La profundidad en la que estos conceptos puedan ser trabajados en la aula van estar directamente relacionados con el nivel escolar y las inquietudes de los estudiantes. Lo interesante de esta narración es que los temas abordados no se acaban con el relato ni en unas cuantas actividades experimentales aisladas en el aula sino más bien pueden ser perfectamente trabajadas desde distintas áreas del conocimiento, lo cual enriquece su propuesta pedagógica.

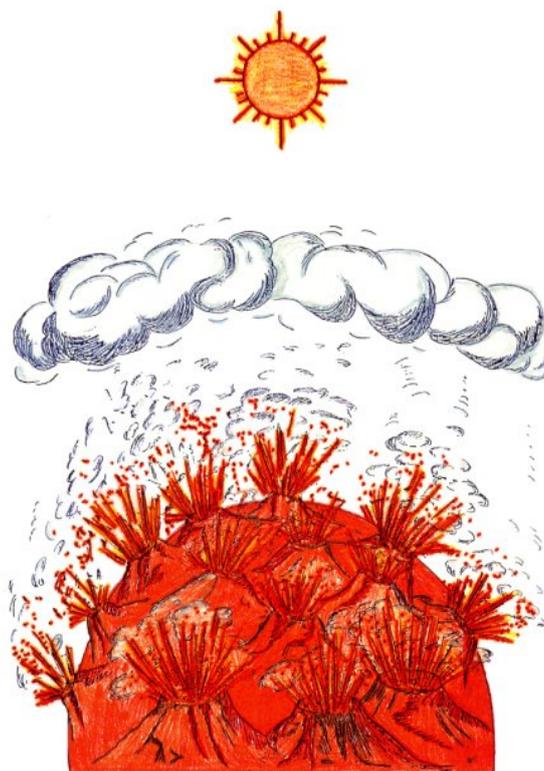


Figura 1. Formación inicial de la tierra

Extracto de la fábula:

...”Cuando pensamos en algo frío, pensamos en el hielo, pero el hielo es positivamente caliente si lo comparamos con aquel frío del espacio. Es en ese vacío sin medida de frío y oscuridad, el que incluía a todas las estrellas que estaban en el cielo, todo el Universo se encontraba en esa nube y entre los astros más pequeños estaba nuestro mundo. Pero en ese entonces las estrellas no eran estrellas todavía, no existían nada más que luz y calor. Tan intenso era el calor que todas las sustancias que conocemos: el hielo, el oro, la tierra, las rosas, el agua, todas existían como gases, sin sustancias, como el aire. Se encontraban fundidos juntos en una vasta incandescente inmensidad de luz y calor. Calor que hoy haría sentir a nuestro sol como un pedazo de hielo.

Esta ardiente y fiera nube de nada, tan intensa que es difícil imaginarla, se movía en la inmensidad del espacio congelado, que también era una nada, pero infinitamente más vasta. Esta masa ardiente no era más grande que una gota de agua en ese océano del espacio.

En cuanto esta nube de luz y calor se empezó a mover en el espacio vacío, pequeñas gotas cayeron de ella. Como si tiraras algunas gotas fuera de un vaso, algunas se quedan todas juntas y el resto se rompe en pequeñas gotitas. La multitud incontable de estrellas, era como estas pequeñas gotas. Solamente que en lugar de caer se están moviendo alrededor del espacio, de tal manera que nunca se juntan. Hay millones de kilómetros entre una y otra.

Se encuentran tan lejos que la luz de una de ellas lleva millones de años para alcanzarnos. ¿Sabes a qué velocidad viaja la luz? (Los niños contestan). No, mucho más rápido, viaja a 300,000 Km, pero no por hora, por segundo. ¡Imagínate qué tan rápido es esto! Esto significa que en un segundo puede viajar hasta 7 veces alrededor de todo el mundo. Y ¿Sabes qué tan grande es el mundo? 40,000 Km. Si nosotros fuéramos a recorrerlo a 160 Km. por hora, sin parar, todo el día y toda la noche, nos demoraríamos más de 10 días en recorrer esa distancia. Sin embargo, la luz la recorre siete veces en un segundo. Tú haces (clic) con la punta de los dedos y entonces ya ha dado siete vueltas alrededor de la Tierra”...

Algunos experimentos que se incorporan son los siguientes:

| Experimentos | Materiales |
|---|---|
| Experimento de sólido, líquido y gaseoso: | Bandeja con 3 vasos: Hielo, Agua, Aire |
| Experimento de fuerza de atracción | Fuente con agua, Papel picado en un recipiente |
| Experimento de estado líquido | Frasco con balines o pequeñas canicas que se hacen rodar |
| Experimento de sólido, líquido y gaseoso calentando | Parilla eléctrica, 4 sartenes iguales, cada uno con clavos, soldadura de fierro, cera, agua |
| Experimento de densidad | Gradilla, 3 tubos de ensayo con: aceite, agua, mercurio o miel |
| Experimento del volcán | Volcán de periódico con lata en la boca, Dicromato de amonio, Cerillos |

Implicaciones didácticas

Metodológicamente esta actividad puede ser se divide en tres fases: la primera fase se trabaja con los estudiantes sobre sus conocimientos previos a través de distintas actividades, antes de presentar la narración. En la segunda fase se podría fomentar un espacio de discusión en torno al valor pedagógico, emocional y cognitivo que puede tener la utilización de fábulas/narraciones en la introducción del conocimiento científico en estos niveles. Creemos importante incorporar en esta discusión aspectos relacionados con la metacognición tanto en el trabajo con los estudiantes como de la propia práctica docente. La tercera fase se centraría en las posibles proyecciones que permitan profundizar en los contenidos curriculares pertinentes a cada nivel escolar, como el trabajo por metodología de proyectos, en pequeños grupos. Especialmente en niños/as de 6 a 12 años. La propuesta intenta presentar distintos grados de profundidad en el abordaje pedagógico del conocimiento científico de cada uno de estos relatos, que puede ir desde aspectos motivacionales hasta otros estrictamente académicos.

Las perspectivas de transferencia de esta propuesta didáctica pueden ser enfocadas desde distintos ámbitos, como por ejemplo el trabajo de aula en educación primaria y la formación de profesores. Por un lado el diseñar estrategias de aprendizaje adecuadas para abordar el conocimiento científico resulta de gran importancia para formar a niños y niñas que se interesen por las ciencias viéndolas como un conocimiento cercano presente en la vida diaria y útil para comprender el mundo. Las fábulas son una herramienta que permite desarrollar la imaginación y a creatividad en los niños y explorar en diversas áreas del saber según sus intereses (de la Torre, Violant, 2006), los cuales pueden surgir del mismo relato, cómo también de la experimentación a la que invitan. Desde la formación de profesores consideramos de vital importancia la riqueza de estrategias didácticas que debe disponer el profesor para el trabajo de aula por dos razones básicas: estamos en una etapa de nuestra historia donde hay mucha información disponible y accesible, por tanto más que manejar una cantidad de conocimiento específico -hecho no menos importante por cierto- el profesor debe disponer de variadas estrategias que fomenten buenos y duraderos aprendizajes.

La riqueza que tiene el trabajar el conocimiento científico o a partir de narraciones y/o fábulas en la educación primaria es muy variado (Egan, 1998) puesto que uno de los principales aspectos que tiende a desarrollar es la imaginación y por tanto fomentar los procesos creativos -en el aula- desde las distintas áreas de curriculum escolar, promover la escritura enfocada hacia creación de nuevas fábulas o la profundización en aquellos aspectos científicos que a los estudiantes les llame la atención de los mismos relatos. Por otra parte para el maestro puede ser una instancia para acompañar y facilitar el proceso de construcción para que este nuevo conocimiento no se quede sólo en una recopilación de información sino que sea un conocimiento significativo y perdurable en el tiempo. También puede ser el punto de partida para promover el desarrollo de proyectos transversales incorporando otras áreas del conocimiento, como por ejemplo lenguaje, matemática, historia, artes, etc. Por otra parte las diversas interrogantes que levantan estas narraciones como también la variedad de experimentos que se desarrollan durante su presentación pueden permitir al profesor la posibilidad de trabajar en el aula diversas extensiones curriculares que le permitan profundizar en aquellos aspectos científicos de mayor interés de sus estudiantes; asimismo facilita el diseño de estrategias didácticas que conlleve a una adecuada construcción del conocimiento científico escolar. A nivel de niños y niñas, estimula la formulación de preguntas esenciales, desarrolla la imaginación y les invita a explorar diversos aspectos del conocimiento científico.

En las páginas siguientes presentamos los aspectos centrales de esta propuesta de enseñanza de las ciencias a partir de narraciones científicas denominadas “Las grandes lecciones”

De esta manera es posible mostrar una ciencia cercana que no se queda en la repetición de datos, sino que logra dar significado a los aprendizajes logrados y los estudiantes pueden llegar a confrontarlos con distintos aspectos de la vida diaria (Egan, 2000). Por tanto se busca acercar la ciencia a sus propias realidades y para ello las fábulas se transforman en una importante herramienta metodológica. En este encuentro se dará a conocer la primera de estas fábulas, está relacionada con la creación del universo.

BIBLIOGRAFÍA

Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso*. Barcelona. Paidós.

De la Torre, S., Violant, V. (2006) *Comprender y evaluar la creatividad*. Málaga. Aljibe.

Egan, K. (2000). *Mentes Educadas: cultura, instrumentos cognitivos y formas de comprensión*. Barcelona. Paidós.

Elder, L., Paul, R. (2002) *El arte de formular preguntas esenciales*. California. Foundation for Critical Thinking.

Gross, A. (1990). *The rhetoric of science*. Cambridge: Harvard: University Press.

Galagovsky, L., Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. el concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.

Izquierdo, M., Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science and Education*, 12(1), 27-43.

Izquierdo, M. (2005). Las estructuras retóricas de los libros de texto. *Tarbiya*, 36, 11-34.

Ewan, M., Egan, K. (1998): La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación. Buenos Aires, Amorrortu.

Montessori, M. (2003). *El método de la pedagogía científica: Aplicado a la educación de la infancia*. Madrid. Biblioteca nueva.

Mortimer, E., Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham: Open University Press.

Scott, P., Ametller, J. (2007) Teaching science in a meaningful way: Striking a balance between 'opening up' and closing down' classroom talk. *School Science Review*, 88(324), 77-83.

Stoll, A., (2007) *Montessori: The science behind the genius*. New York. Oxford.

Oliva, J., Aragón, M., Bonat, M., Mateo, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 429-444

“El desarrollo embrionario del pollo”, una propuesta para enseñar ciencias a estudiantes de Aula Taller

Navarro. P., Banet, E., Núñez, F.

IES Marqués de los Vélez. El Palmar. Murcia.

pilarnavarronavarro@yahoo.es

RESUMEN

Esta propuesta didáctica ha sido realizada con un grupo de alumnos de Aula Taller, estudiantes con muy poco interés por las ciencias, por lo que se ha utilizado un tipo de metodología basada en trabajos prácticos relacionados con ámbitos de la vida cotidiana como es “*El desarrollo embrionario del pollo*”. A lo largo de la intervención didáctica se fue produciendo, de manera paulatina, una mejora en las actitudes; esto ha hecho que el alumno haya sido capaz de realizar un esfuerzo intelectual, como consecuencia del cual se ha producido un aprendizaje de conceptos que le ha servido para poder interpretar mejor textos científicos relacionados con el tema.

Palabras clave

Aula Taller, alfabetización científica, actitudes.

MARCO TEÓRICO

La investigación en Didáctica de las Ciencias ha mostrado la existencia de cierto fracaso en el aprendizaje de las materias científicas, así como la falta de interés e incluso rechazo hacia las mismas por parte de muchos estudiantes. Como muestran los estudios de Yager y Penick (1986), si bien existe, de manera muy generalizada, un interés y una curiosidad inicial por el mundo científico, posteriormente éste decrece y se mantiene regularmente bastante bajo a lo largo del período de la escolarización obligatoria.

Las causas de esta situación pueden estar, entre otras, en el enfoque didáctico que seguimos los profesores, centrado en los contenidos disciplinares tradicionales y en una metodología transmisiva, así como en la desconexión entre la ciencia que se enseña y el mundo que rodea a los estudiantes (Vilches et al, 1999).

Nuevas líneas de trabajo (Sardá et al., 2006, entre otros) han puesto de manifiesto las dificultades de los estudiantes para leer comprensivamente los textos de ciencias que se proponen tanto dentro como fuera del aula.

Como alternativa a estos problemas, la Didáctica de las Ciencias Experimentales propone que en los niveles básicos de enseñanza se opte por la alfabetización científica o ciencia para todos (Reid y Hodson, 1993; Vilches et al., 2004), planteamiento que puede contribuir a mejorar el aprendizaje de contenidos fundamentales que sirvan al alumnado para desenvolverse como ciudadanos, así como para desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia y su enseñanza.

La investigación que describimos en este artículo se ha realizado con un grupo de alumnos (estudiantes de 2º de ESO que siguen la opción de Aula Taller), que presentan, además de fracaso escolar, problemas de disciplina, dificultades de comprensión lectora, deficiente expresión oral y escrita, y escasas habilidades para la resolución de problemas.

Aunque esta situación tan desfavorable no se puede corregir totalmente desde el *Ámbito Científico*, con esta investigación hemos pretendido incidir en tres aspectos que consideramos básicos en este tipo de alumnado: el aprendizaje de contenidos curriculares fundamentales, un mayor dominio de la comprensión lectora y el desarrollo de actitudes favorables hacia la ciencia y hacia el aprendizaje en general.

METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Siguiendo las recomendaciones de Comas (1937), se ha optado por seleccionar un tópico que fuera de interés para el alumnado y relevante desde el punto de vista científico (el desarrollo embrionario del pollo), que ha sido llevado a cabo mediante una secuencia de enseñanza basada en planteamientos constructivistas (Driver, 1988), principalmente a través de trabajos prácticos y empleando textos escritos adecuados a las capacidades del alumnado.

La experiencia ha sido realizada con 8 alumnos de Aula Taller a lo largo de 17 sesiones, en el horario de clase asignado a la materia de *Ámbito Científico*. En esta unidad didáctica los alumnos realizaron diversos tipos de actividades –en el aula y en el laboratorio- tanto de forma cooperativa como individual (tabla 1), que diariamente un alumno redactaba y publicaba en el blog de aula (<http://pilarnavarro.blogia.com/temas/taller-del-desarrollo-del-pollo.php>).

| Fase | Objetivos | Actividades | Papel del profesor | Papel de los alumnos |
|--------------------------------|---|--|--|---|
| Iniciación | Motivar al alumno. | | | |
| | Explicitar las ideas previas. | Realización de cuestiones sobre ideas previas | Despertar el interés de los alumnos. | Mostrar interés y prestar atención. |
| | Orientar la Unidad Didáctica. | | Orientar las actividades que están realizando los alumnos. | Utilizar sus conocimientos para responder a las cuestiones planteadas. |
| Tratamiento de la información | | Observación y descripción del huevo duro y crudo. | | |
| | | Observación y descripción de láminas de anatomía. | Seleccionar actividades que creen conflicto en las ideas. | Aplicar sus ideas y proponer soluciones para resolver las situaciones que provocan conflicto cognitivo. |
| | Poner de manifiesto la insuficiencia de sus ideas. | Construcción y utilización de un ovoscopio | Aclarar las ideas de los alumnos. | Comparar sus ideas propias con las de sus compañeros. |
| | Fomentar la formación de nuevos conocimientos y ampliación de sus ideas. | Control diario de las condiciones de incubación. | Animar a encontrar las soluciones a las tareas propuestas. | Tomar parte en las actividades individuales o colectivas dirigidas a la reestructuración de ideas. |
| | | Puesta en la incubadora de huevos fecundados y sin fecundar. | Proponer, organizar y supervisar las cuestiones. | |
| | Observación diaria, con el ovoscopio, del desarrollo embrionario del los pollos. | Proporcionar información. | Establecer conclusiones. | |
| | Búsqueda del alimento de los pollitos | | | |
| Aplicación y revisión de ideas | Demostrar la validez de nuevas ideas. | Comprobación de que del huevo no fecundado no se produce desarrollo de los pollos. | Ampliar la información. | Comprobar la validez de las nuevas ideas. |
| | Hacer que los alumnos sean conscientes del cambio que ha tenido lugar en su conocimiento. | Deducción del día de la muerte de algún embrión. | Comparar las ideas previas con las ya adquiridas. | Comparar las anteriores y las nuevas ideas. |
| | | | | Reconocer el proceso seguido para reestructurar sus ideas. |

Tabla 1. Secuencia de enseñanza puesta en práctica

Con el fin de valorar la incidencia de la propuesta de enseñanza diseñamos diversos instrumentos:

- Para valorar el aprendizaje de conceptos utilizamos un cuestionario (anexo I), el cual administramos al alumnado antes de la propuesta y pasados unos días de su finalización.
- Para comprobar su evolución en relación con la interpretación de textos científicos utilizamos una lectura “La cría del pollo” (anexo II) en la que se suministraba información básica sobre el tema y se planteaban una serie de preguntas abiertas, cerradas, literales e inferenciales, que aplicamos al comienzo y al final de la intervención.
- Para valorar las actitudes utilizamos fichas de valoración y observación de la enseñanza, que se cumplimentaron diariamente.

Además tuvimos en cuenta las observaciones realizadas durante el desarrollo de las sesiones de clase (diario de la profesora).

El análisis de los resultados lo basamos en el establecimiento de una serie de categorías de respuestas, que detallaremos en el apartado siguiente.

RESULTADOS

La descripción de los resultados se ha centrado en los tres aspectos objeto de investigación: aprendizaje de conceptos, interpretación de textos científicos y actitudes de los estudiantes.

Aprendizaje de conceptos

En relación con la fisiología y la reproducción (gráfico 1), la mayor evolución en el aprendizaje se ha producido en cuestiones relacionadas con la cría de gallos y gallinas. Cinco de ocho alumnos reconocen la necesidad de que exista un gallo que fecunde a la gallina para que de los huevos nazcan pollitos (los alumnos pudieron observarlo poniendo en la incubadora huevos fecundados y sin fecundar); tres alumnos comprendieron perfectamente que el embrión se desarrolla a partir de un núcleo germinativo, aunque uno de ellos lo describe como: “*En la yema una cosa blanca redonda que no me acuerdo como se llama*”.

Sin embargo, aunque ante una pregunta de respuesta múltiple los alumnos suelen identificar la reproducción sexual de las aves, ninguno de ellos es capaz de explicar correctamente su significado.

El conocimiento de la anatomía ha sido otra de las cuestiones mejor aprendidas por los estudiantes. Mientras que al comenzar la propuesta de enseñanza, solamente un alumno conocía algunas diferencias externas entre el macho y la hembra (“*En las plumas de la cola, que el gallo tiene el arco y que el gallo tiene la cresta y las barbas más grandes*”), ninguno sabía qué es el dimorfismo sexual, y solo un estudiante identificaba la clara y la yema del huevo a pesar de ser un alimento conocido, al finalizar la misma siete alumnos saben enumerar varias diferencias entre el gallo y la gallina (gráfico 2); tres de ellos incluso recuerdan que el gallo tiene espolones y la gallina no, aunque hay un alumno que no recuerda el nombre de espolón y lo describe como “*En las patas del gallo detrás hay unas especies de dedos que las gallinas no tienen*”; la mayoría enumeran muchas estructuras del huevo que anteriormente desconocían: todos conocen la cáscara, cámara de aire, membranas, clara y yema; y seis alumnos reconocen las chalazas.

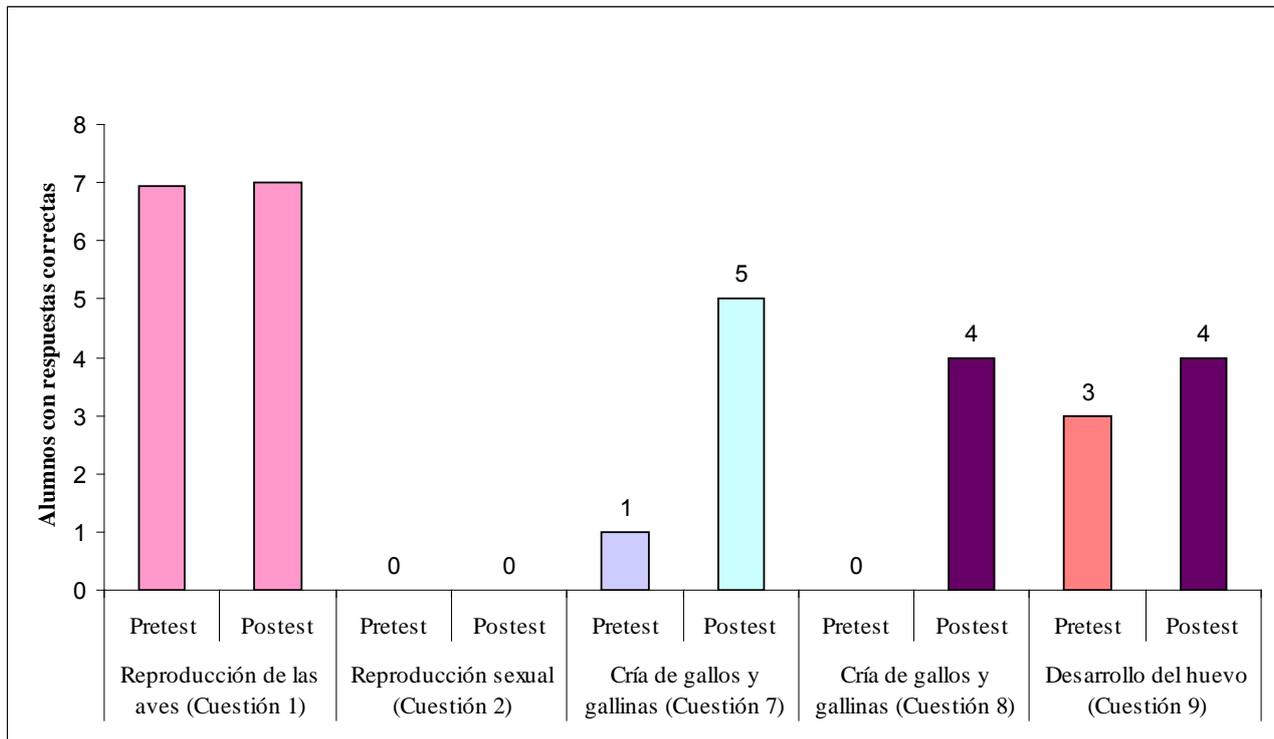


Gráfico 1. Resultados referidos a Fisiología y Reproducción

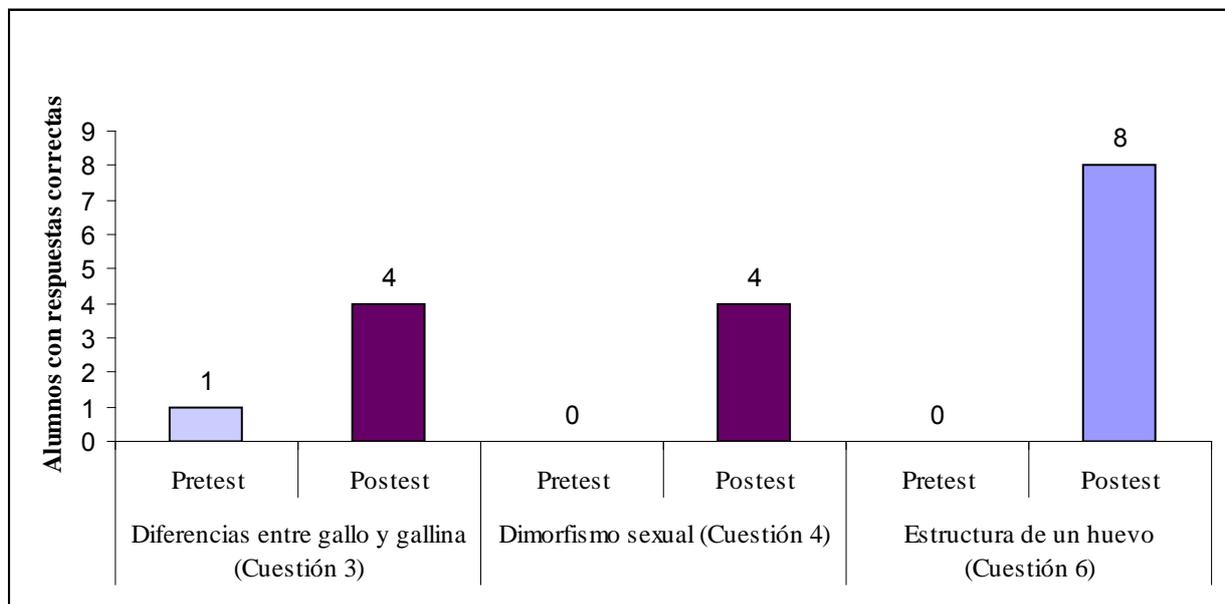


Gráfico 2. Resultados referidos a la Anatomía

Otro de los avances importantes está relacionado con el desarrollo del pollo, ya que al inicio de la intervención didáctica los estudiantes no conocían cuestiones elementales de este proceso: sólo un alumno sabía que un pollito puede convertirse de adulto en un gallo o una gallina; al preguntarles por la incubación, sólo conocían que es necesario que los huevos tengan calor para que nazcan pollitos, aunque un alumno también reconoce que necesitan humedad; cuando les preguntamos si sabían lo que era un ovoscopio sólo responde bien un alumno que el curso pasado lo utilizó.

Sin embargo, al finalizar la unidad didáctica son muchos los alumnos que han aprendido estos aspectos (gráfico 3): cinco saben que los pollitos pueden convertirse en gallos o gallinas, aunque todavía dos alumnos piensan que serán gallos y uno que se convierten en gallinas; siete saben que para que se produzca el desarrollo embrionario es necesario temperatura, humedad y volteo, incluso uno concreta bastante en la respuesta afirmando “Una temperatura constante de 37,8 °C, humedad y un sistema de volteo para que el embrión no quede pegado a la cáscara” (estos datos eran muy sencillos de recordar ya que todos los días observaban el termómetro, comprobaban si la incubadora tenía agua y veían como ésta se movía); todos los alumnos conocen la función del ovoscopio, aunque lo describen de distintas formas: “Una caja de lo que sea con una bombilla, para ver al pollito por dentro”, alguno utiliza un vocabulario científico: “Un aparato científico que sirve para averiguar si el embrión está vivo y su desarrollo embrionario” (todos los días observaban algunos huevos con el ovoscopio, de manera que podían ver a sus pollitos crecer, y con la ayuda de unas láminas veían como eran).

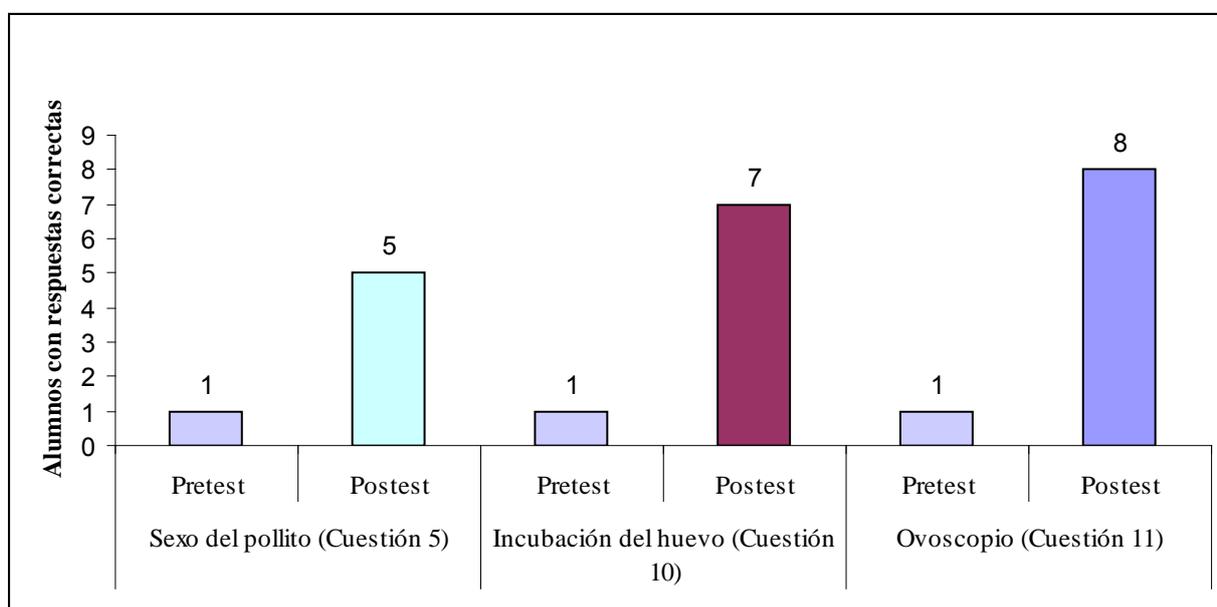


Gráfico 3. Resultados referidos al desarrollo del pollo

Por supuesto que todos los alumnos aprendieron cuál es el alimento principal de los pollos ya que se ocuparon de su cuidado durante toda la experiencia.

Interpretación de textos científicos

Para analizar el grado de comprensión lectora del alumnado establecimos tres categorías:

Categoría A: el alumno no copia literalmente la respuesta que aparece en el texto, hace una nueva redacción correcta.

Categoría B: la respuesta es una copia literal del texto.

Categoría C: el alumno responde de manera incorrecta.

Como se observa en el gráfico 4, al inicio de la unidad didáctica la mayoría de los alumnos respondían de manera literal a un elevado porcentaje de preguntas (categoría B), limitándose a buscar la palabra en el texto y copiarla. Por ejemplo, cuando les preguntamos para qué criamos los gallos y las gallinas, tres de ellos copiaron el texto y respondieron “Los gallos y las gallinas son aves criadas principalmente por su carne y por sus huevos”. Sin embargo, al finalizar la unidad

didáctica, el porcentaje de respuestas más personales y elaboradas aumenta considerablemente (categoría A), probablemente porque al haberlo aprendido, el alumno tiene más seguridad en su respuesta: “Para que nazcan pollitos chicos o para comérmolos, también por su carne”, “Para comernos la carne y los huevos”.

Además, los estudiantes mejoraron otras capacidades lingüísticas, como se puede comprobar en los textos que escribieron en el blog del aula.

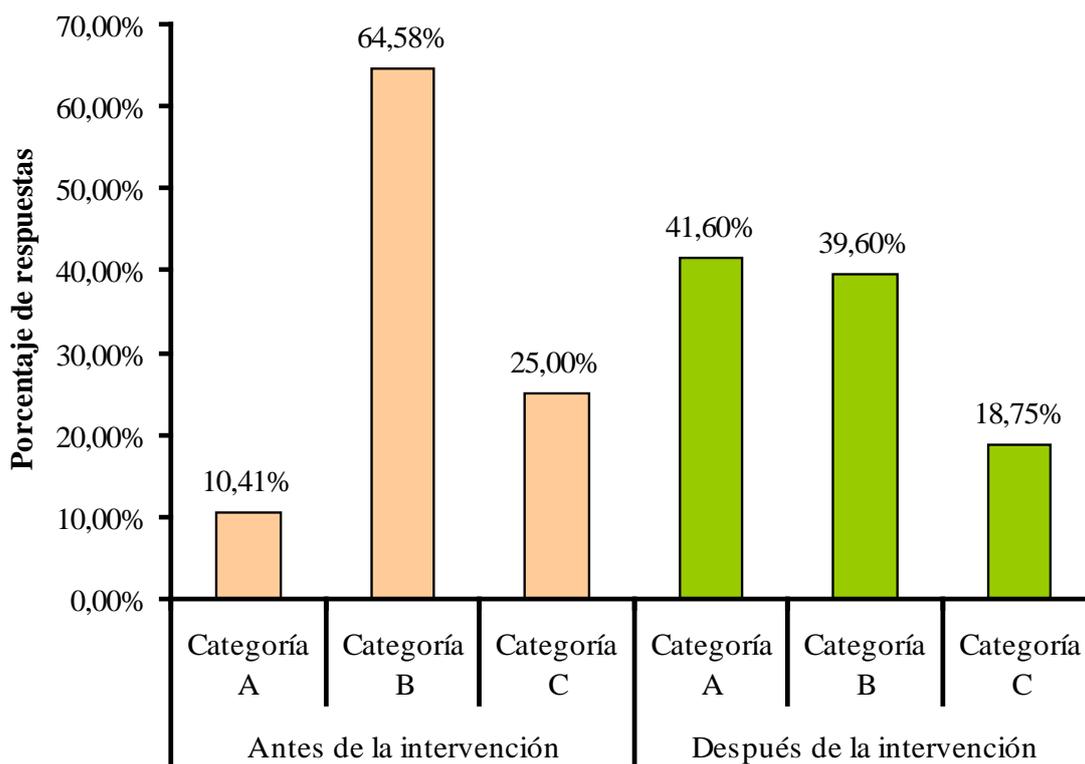


Gráfico 4. Resultado de las preguntas abiertas referidas a la interpretación de textos científicos

Actitudes de los estudiantes

Para valorar las actitudes del alumnado recogimos información sobre diversos aspectos referidos a su motivación, el interés por el aprendizaje de los contenidos y a su compromiso en la realización de las tareas encomendadas, los cuales han sido puntuados entre 0 y 3. Recogimos datos sobre los aspectos antes mencionados en unidades didácticas anteriores a la propuesta, donde se seguía una metodología tradicional. Posteriormente y a lo largo de la unidad didáctica propuesta seguimos recogiendo más datos.

Como se observa en la tabla 2, la intervención educativa ha tenido un efecto muy positivo en todos los aspectos analizados, destacando el referido a la curiosidad de los estudiantes, aunque en general también se ha producido una mejora en la motivación hacia las tareas y en la forma de realizarlas de manera reflexiva.

Estos datos estaban apoyados en las observaciones realizadas y recogidas en el diario de la profesora, escrito inmediatamente después del desarrollo de las mismas.

Para poder entender los problemas que surgieron en el aula y la importancia de los logros alcanzados se destaca algún fragmento de dicho diario:

Cuarto día: Ha sido un día terrible. ..Quique y Paco se han enganchado, Se han insultado, se han agarrado por el cuello, se han dado puñetazos y se miraban con muchísimo odio.

Día seis: Esta mañana ha ido muy bien... Durante el tiempo de la observación de los huevos han estado muy interesados y sorprendidos de ver los embriones, todos querían ver sus huevos.

Día quince: Por fin tengo un día en el que doy por bien empleado todo el trabajo y esfuerzo que he dedicado a esta Unidad Didáctica. ... habían nacido dos pollitos...Estaban muy emocionados, tenían unas caras de asombro, alegría, emoción, ternura... ¡indescriptible!

| | Realiza las tareas | | Motivación hacia las tareas | | Capacidad de concentración | | Realización de las tareas reflexivo/impulsivo | | Muestra curiosidad por conocer | | Sigue trabajando aunque se presenten dificultades | |
|--------------------|--------------------|---------|-----------------------------|---------|----------------------------|---------|---|---------|--------------------------------|---------|---|---------|
| | Antes | Durante | Antes | Durante | Antes | Durante | Antes | Durante | Antes | Durante | Antes | Durante |
| Omar | 2,25 | 2,75 | 1,62 | 2,75 | 1,75 | 2,50 | 1,37 | 2,43 | 1,12 | 2,31 | 1,62 | 2,31 |
| Quique | 1,00 | 2,19 | 0,75 | 1,81 | 0,87 | 1,69 | 0,62 | 1,75 | 0,37 | 1,62 | 0,62 | 1,56 |
| Abdelbasset | 2,25 | 2,82 | 1,00 | 2,65 | 1,62 | 2,64 | 1,12 | 2,58 | 0,00 | 2,00 | 1,25 | 2,35 |
| Adrián | 1,60 | 2,76 | 1,10 | 2,76 | 1,10 | 2,71 | 0,70 | 2,71 | 0,30 | 2,59 | 0,40 | 2,65 |
| José Fco. | 1,22 | 2,19 | 0,77 | 2,00 | 0,33 | 1,75 | 0,22 | 1,62 | 0,44 | 1,94 | 0,11 | 1,62 |
| Paco | 0,33 | 1,60 | 0,00 | 1,20 | 0,00 | 0,93 | 0,00 | 1,55 | 0,33 | 0,53 | 0,00 | 0,66 |
| Francisco | 1,00 | 1,78 | 0,28 | 1,55 | 0,28 | 1,44 | 0,00 | 1,22 | 0,00 | 1,44 | 0,00 | 0,55 |
| Abdellah | 3,00 | 2,81 | 1,89 | 2,80 | 2,10 | 2,69 | 1,78 | 2,38 | 0,00 | 1,93 | 2,22 | 2,69 |
| Media | 1,58 | 2,36 | 0,92 | 2,19 | 1,01 | 2,04 | 0,73 | 2,03 | 0,32 | 1,80 | 0,78 | 1,80 |

Tabla 2: Evolución en las actitudes del alumnado

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

En general, las expectativas que teníamos sobre la viabilidad de la propuesta de enseñanza llevada a cabo con alumnos tan desmotivados por el aprendizaje -como los que asisten al Aula Taller- se han cumplido sobradamente, fundamentalmente por el cambio de actitudes que se ha experimentado en el grupo.

Si bien cierto que los aprendizajes obtenidos en el ámbito conceptual o en la lectura comprensiva de textos científicos no es comparable al nivel que alcanzan los estudiantes de su misma edad que cursan la ESO, consideramos que son importantes en sí mismos, dada la situación de partida de nuestros alumnos.

Entendemos que este tipo de estudiantes son muy capaces para interesarse y llegar a entusiasmarse por las ciencias, a adquirir unos conocimientos básicos que les capaciten para desenvolverse en la sociedad actual como ciudadanos mínimamente formados, y que ello puede lograrse a través de experiencias educativas como la que hemos puesto en práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Comas, M. (1937): *Contribución a la Metodología de las Ciencias Naturales*. Dalmáu Carles, Pla. E. C. Editores: Gerona-Madrid.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), pp. 109-120.
- Reid, D. J., Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en Educación Secundaria*. Narcea: Madrid.
- Sardá, A., Márquez, C., Sanmartí, N. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), pp. 290-303.
- Vilches, A., Furió, C. (1999). *Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI*. I Congreso Internacional “Didáctica de las Ciencias” y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física.
- Vilches, A.; Solbes, P., Gil, D. (2004). Alfabetización científica para todos contra ciencia para futuros científicos. *Alambique*, 41, pp. 89-98.
- Yager, E. Penick, J. E. (1986). Perceptions of four age group towards sciences classes, teachers and the value of science. *Science Education*, 70 (4), 355-364.

ANEXO 1. CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS

1. ¿Cómo es la reproducción de las aves?: Sexual, Asexual, Partenogénesis
2. ¿En qué consiste la reproducción sexual?
3. ¿Cómo podrías distinguir a simple vista un gallo de una gallina? ¿qué otras diferencias existen que no se aprecian a simple vista?
4. ¿Qué es el dimorfismo sexual?
5. Un pollito de adulto ¿En qué se convertirá?
6. Enumera las partes que conozcas de un huevo.
7. Dos amigos, Pedro y Antonio, quieren poner una granja, sin embargo Pedro decide poner solamente gallinas y Antonio piensa que es mejor criar gallos y gallinas, ¿qué harías tú? ¿por qué?
8. Si el fin de una granja de gallinas es recoger huevos para venderlos en el mercado, ¿conviene mezclar a las gallinas con los gallos? ¿Por qué?
9. ¿Qué contiene el huevo para hacer posible el desarrollo del pollito?
10. ¿Qué condiciones necesita la incubación de un huevo para que salga un pollito?
11. ¿Qué es un ovoscopio?
12. ¿Cuál es el alimento principal de los pollos?

ANEXO 2. LECTURA PARA VALORAR LA INTERPRETACIÓN DE TEXTOS CIENTÍFICOS

Los gallos y las gallinas son aves criadas principalmente por su carne y por sus huevos. Se llama pollito al animal juvenil de esta especie. La gallina se distingue del gallo por ser de menor tamaño, tener la cresta más corta y carecer de espolones.

El periodo de incubación de un huevo de gallina es de 21 días, sin embargo la división celular del embrión se produce dentro del oviducto de la hembra, cuando se produce la puesta ya hay alrededor de 50.000 células en el núcleo embrionario. Una vez efectuada la puesta el desarrollo embrionario se detiene siempre y cuando la temperatura sea inferior a los 20 °C. Esta es una razón por la cual es necesario tener mucho cuidado con el manejo que se hace del huevo para incubar, ya que una incorrecta manipulación del huevo es una de las causas de mortalidad embrionaria durante la incubación. Una vez colocado en la incubadora el desarrollo se reanuda a las 6 horas aproximadamente.

El examen de los huevos claros o con embriones muertos durante el periodo de incubación con la ayuda de un ovoscopio, puede resultar una muy herramienta útil, ya que nos permite poder identificar la causa del problema de no incubación con la mayor brevedad posible.

1. ¿Para qué criamos los gallos y las gallinas?
2. ¿Cómo se denomina al animal juvenil de los gallos y gallinas?
3. ¿Cuánto tiempo es necesario que sea incubado un huevo de gallina?
4. Señala la frase correcta: El embrión de pollo se empieza a formar a las 6 horas de haber colocado el huevo en la incubadora. En el oviducto de la gallina se inicia el desarrollo del

embrión. Al producirse el nacimiento del pollo se inicia el desarrollo del embrión. Después de 21 días comienza el desarrollo del embrión de pollo.

5. ¿Qué ocurre si después de poner un huevo una gallina su temperatura desciende a 15 °C?
6. El oviducto es una estructura que aparece en: El gallo, la gallina, el pollo, en la gallina y el pollo
7. Señala la frase correcta: Los espolones se encuentran en la gallina. El gallo es más pequeño que la gallina. Es el gallo el que tiene espolones. Es el pollo la cría de gallo y de la gallina. El gallo es la cría de la gallina. La cresta más corta la tiene el gallo
8. ¿Cómo podemos saber si un huevo tiene embriones muertos?
9. ¿Qué ocurre a las seis horas de haber puesto los huevos a incubar?
10. ¿Por qué puede producirse la muerte de los embriones de pollo? Por no tratarlos con el debido cuidado. Por tenerlos a una temperatura de 37 °C. Por haber pasado por el oviducto. Por llevar 22 días en la incubadora

Identificación y clasificación de instrumentos de Física antiguos de Centros Educativos. Un estudio de caso

Sánchez Tallón, J., Fernández González, M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

mfgfaber@ugr.es

RESUMEN

Se expone la trayectoria seguida para abordar el estudio de los instrumentos antiguos de laboratorio existentes en centros de enseñanza. Nuestra investigación se ha centrado en los instrumentos de física procedentes del gabinete de la antigua Escuela Normal de Granada. Se ha iniciado por la identificación de los aparatos, para lo cual hemos recurrido tanto a manuales de la época como a catálogos de fabricantes. Seguidamente se ha efectuado una clasificación de los instrumentos atendiendo a sus finalidades educativas, según un esquema basado en criterios didácticos. Se muestran los datos obtenidos, y se cierra el trabajo con unas conclusiones valorativas de la colección y algunos rasgos de la enseñanza practicada en la época.

Palabras clave

Enseñanza de las ciencias, Instrumentos antiguos de física, Manuales antiguos de física, Historia de la educación, Escuela Normal de Granada.

INTRODUCCIÓN

La falta de consideración hacia el patrimonio científico e industrial ha sido patente en nuestra sociedad durante décadas. La misma tendencia han seguido los centros de enseñanza, si bien es cierto que alguna atención se ha prestado a sus archivos y bibliotecas. Pero los antiguos gabinetes de Historia Natural y Física y Química han permanecido, salvo excepciones, ignorados.

Por fortuna comienzan a aparecer iniciativas encaminadas a una adecuada valoración y conservación de estos testigos de nuestra historia. Así por ejemplo, con referencia al patrimonio bibliográfico tenemos que destacar el proyecto MANES (Manuales Escolares) que, siguiendo su equivalente francés EMMANUELLE, ha elaborado una base de datos de manuales de los siglos XIX y XX empleados en España e Iberoamérica (Somoza, 2007).

Respecto a los instrumentos de laboratorio, hay que citar diversos estudios que han finalizado elaborando y dando a conocer catálogos de los instrumentos antiguos de universidades como las de Valencia (Bertomeu y García, 2002), Facultad de Farmacia de Granada (Thomas, 2003), Facultad de Físicas de la Complutense (AA. VV., 2000), Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la anterior (AA. VV., 2004), Universidad de Sevilla (López, 2005) y Universidad de Granada (Gago y Giménez, 2007; Sánchez y García, 2007).

Otra iniciativa del mismo tipo está referida al patrimonio de los Institutos Históricos, que son aquellos que fueron creados por el Plan Pidal (1845). Desde hace varios años se organizan periódicamente jornadas para promover la divulgación del patrimonio bibliográfico, documental y científico de estos centros educativos (Pérez-Dionis, 2009). Hasta el momento se han celebrado tres, en Granada (2007), Tenerife (2008) y Guadalajara (2009).

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA COLECCIÓN

La Escuela Normal-Seminario de Maestros de Granada se funda en 1846. Tres años más tarde es designada Escuela Normal Superior, junto a otras ocho. En la misma reorganización figuran una Escuela Normal Central y veintidós Escuelas Elementales. Los planes de estudio estaban distribuidos en tres cursos y en ellos fue novedad la inclusión de disciplinas como la Física y la Química. Pero el carácter experimental de dichas materias no tuvo ocasión de manifestarse por la falta absoluta de material científico (López, 1979). Habrá que esperar hasta la segunda década del siglo XX para encontrar un gabinete de Ciencias Físico-Naturales, gracias al empeño del profesor de Ciencias y director de la Escuela Joaquín Cerrailo. Es en esa época cuando, al parecer, se adquieren los primeros lotes de instrumentos para la enseñanza de las ciencias experimentales.

En 1914, simultáneamente a la unificación de las Escuelas Normales, se dispuso para todos los centros el impartir Física, Química, Historia Natural y Agricultura. Estas asignaturas debían apoyarse en el trabajo de laboratorio y estaban a cargo de un profesor numerario. Con la llegada de la Segunda República se consiguen al fin instalaciones adecuadas en un edificio propio de nueva construcción (1933). El estallido de la Guerra Civil y la dura posguerra frenaron la adquisición de material didáctico, lo que proseguirá hasta los años 60.

En la actualidad gran parte de estos instrumentos se conserva en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada.

METODOLOGÍA

En la realización del inventario las tareas iniciales han sido: localización física de la colección, asignación de número de inventario, diseño de base de datos y toma de fotografías. Para ello se han seguido los criterios habituales de clasificación museológica (Porta et al., 1982).

Identificación

La labor de identificación y datación de los instrumentos se ha llevado a cabo con la ayuda de las fuentes documentales que se reseñan en la Bibliografía. Las fuentes primarias que han aportado mayor información han sido los manuales de la época, que, especialmente en el siglo XIX, van incorporando un creciente número de ilustraciones. Entre ellos cabe destacar el texto de Bartolomé Feliú (Feliú, 1874), cuyos grabados muy posiblemente fueron realizados en presencia de los instrumentos que poseía el Instituto de Teruel, donde ejercía como profesor. Es raro que un instrumento antiguo de la colección de un centro educativo no se encuentre representado fielmente en alguna página de este manual. Así pues, incorporamos a nuestra tarea una herramienta marcadamente escolar como es el libro de texto, que ha jugado el papel de guía para la identificación y funcionamiento de los instrumentos.

Otra fuente muy efectiva empleada han sido los catálogos de fabricantes de la época. Son también destacables las monografías sobre instrumentos científicos, que, aunque escasas, han sido de gran utilidad para este trabajo. Por último hay que mencionar los catálogos, ya comentados, elaborados recientemente en distintas universidades.

Clasificación

La forma más habitual de clasificación o catalogación de instrumentos científicos es aquella que los distribuye según el área a que pertenecen: mecánica, óptica, electrostática, etc. Pero en nuestro caso, teniendo en cuenta que todos ellos son instrumentos para la enseñanza, esta división resulta demasiado amplia e imprecisa. Hemos, pues, ideado y puesto a punto un esquema clasificatorio con base didáctica, que en la propuesta inicial constaba de cuatro categorías (Sánchez y Fernández,

2007) y ha sido sustituido ahora por otro más minucioso de diez categorías (Sánchez, 2008). Estas son:

1. **Instrumento de medida**, cualitativa o cuantitativa de una magnitud física. Por ejemplo, areómetro de Nicholson, amperímetro, barógrafo, etc.
2. **Instrumento de estudio y demostración**, pone de manifiesto un fenómeno previamente conocido o permite explorar alguna otra propiedad del mundo físico. Por ejemplo, vasos comunicantes de Haldat, tubo de descarga, anillo de S'Gravesande, etc.
3. **Instrumento o modelo tecnológico**, aparato fruto de la técnica y/o la ciencia presente en la sociedad y que contribuye o ha contribuido al progreso. Puede ser un objeto real o un modelo del mismo. Por ejemplo, receptor Morse, modelo de prensa hidráulica, modelo de máquina de vapor, etc.
4. **Instrumento de producción de agentes físicos**, como carga eléctrica, corriente, presión/vacío, etc. Por ejemplo, máquina de Wimshurst, máquina neumática, pila Leclanché, etc.
5. **Instrumento de uso no científico**, presente en la vida ordinaria. Por ejemplo, cámara fotográfica, linterna de proyección, alambique, etc.
6. **Instrumento recreativo**, de aplicación lúdica de principios o resultados científicos. Por ejemplo, vaso de Tántalo, estereoscopio, etc.
7. **Modelo didáctico**, correlato material de una ilustración didáctica de libro de texto. No tiene la capacidad funcional del fenómeno u objeto que representa. Por ejemplo, modelo de marcha de rayos en lentes, modelo de bobinado de tambor, máquina de Watt de cartón, etc.
8. **Instrumento auxiliar**, está al servicio de un instrumento principal, de un montaje o de un proceso. Por ejemplo, excitador con mangos de vidrio, caja de resistencias, estufa, etc.
9. **Instrumento multiuso**, miscelánea general de laboratorio. Por ejemplo, cubetas de cinc y cobre, soportes articulados, etc.
10. **Instrumento de investigación**, instrumento refinado, válido para la investigación científica. Escasamente representados en este tipo de colecciones, orientadas exclusivamente a la enseñanza.

Los instrumentos que se han citado como ejemplo están extraídos de la colección estudiada. Conviene advertir que, en algún caso, un instrumento puede ser clasificado en más de una de estas categorías. Nosotros nos hemos inclinado hacia la más evidente.

Es de señalar que este mismo esquema podría ser utilizado sin dificultad para clasificar el material de laboratorio de nuestros centros de enseñanza actuales.

RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

En el proceso de inventariado se han encontrado 179 instrumentos didácticos para la enseñanza de la Física, aparte accesorios. En ningún caso aparecen dos ejemplares de alguno de ellos. Se han excluido en la presente comunicación aquellos aparatos de uso exclusivo en química (5) y los que por su incorporación más moderna no formaron parte del antiguo gabinete de la Escuela Normal (4). La datación hecha empleando catálogos y manuales, revela que la mayoría de los instrumentos conservados fueron adquiridos en las tres primeras décadas del siglo XX.

Es interesante comparar el número total de instrumentos presentes en esta colección con los encontrados por los autores en otros centros y departamentos, dentro y fuera de la Universidad de Granada (Tabla 1).

| CENTRO | Nº |
|--|------------|
| Facultad de Ciencias y Taller de Restauración del Patrimonio Científico e Industrial | 280 |
| Colección Giménez Yanguas | 50 |
| Dpto. de Ingeniería Química | 32 |
| Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experim. | 188 |
| Dpto. de Química Física | 501 |
| Dpto. de Genética | 22 |
| Dpto. de Microbiología | 17 |
| Museo de Ciencias Naturales I.E.S. P. Suárez | 61 |
| Museo de Física y Química I.E.S. P. Suárez | 418 |
| Dpto. de Química Analítica | 57 |
| Dpto. de Química Orgánica | 21 |
| Observatorio de Cartuja | 56 |

Tabla 1. Instrumentos antiguos existentes en el ámbito de la Universidad de Granada.

Una vez determinados los instrumentos de la colección, se pasa a la fase de identificación de cada uno de ellos. Esta labor, paciente y a veces difícil, se ha llevado a cabo siguiendo las directrices expuestas en la sección 3.1. Con la información recogida en esta fase se completa la tarea clasificando los instrumentos con arreglo al esquema propuesto en 3.2.

Los instrumentos de la Colección se han clasificado, pues, atendiendo a las diez categorías citadas. La distribución obtenida se muestra en la Tabla 2.

| TIPO DE INSTRUMENTO | Nº |
|-------------------------------|------------|
| Medida | 25 |
| Estudio y Demostración | 76 |
| Modelo tecnológico | 25 |
| Producción de agentes físicos | 11 |
| Uso no científico | 5 |
| Recreativo | 3 |
| Modelo didáctico | 7 |
| Auxiliar | 22 |
| Multiuso | 5 |
| Investigación | 0 |
| TOTAL | 179 |

Tabla 2. Distribución de instrumentos por categorías.

Como vemos (Tabla 1), el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales se sitúa, en cuanto a número de objetos inventariados, en tercer lugar dentro de la Universidad. La colección

está dotada, además, de una gran homogeneidad ya que prácticamente todo el material está relacionado con la enseñanza de la Física (Tabla 2). A este propósito destaca con diferencia el número de instrumentos empleados en el estudio y la demostración de fenómenos (76). Van seguidos por aparatos de medida (25), indispensables para prácticas de tipo cuantitativo, y por modelos tecnológicos (25), que responden a la atención prestada por los programas escolares de la época a los avances de la tecnología.

CONCLUSIONES

- Se han identificado 179 instrumentos de Física procedentes del antiguo gabinete de la Escuela Normal de Granada. Esta tarea se ha llevado a cabo utilizando catálogos antiguos y manuales de la época.
- Se ha ideado y puesto a punto un esquema de clasificación de instrumentos de laboratorio, teniendo en cuenta sus finalidades educativas. Se ha aplicado el esquema anterior para clasificar los instrumentos de Física encontrados.
- La abrumadora abundancia de instrumentos de la categoría Estudio y Demostración indica un interés particular por ilustrar a los alumnos de entonces sobre lo estudiado previamente en clase. La unicidad de ellos hace sospechar que fuera el profesor el encargado de llevar a cabo los experimentos ilustrativos.
- El número razonable de Aparatos de Medida revela que en prácticas también se ejercitaban en la medida de magnitudes y, por otra parte, el número de Modelos Tecnológicos refleja el interés por mostrar la aplicación práctica de lo estudiado, cuestión muy en línea con las corrientes didácticas actuales.
- Este tipo de colecciones, además de interés patrimonial, posee un gran interés histórico, ya que de ellas pueden deducirse datos muy valiosos sobre el desarrollo de la enseñanza de las ciencias en el pasado. Por ello deben ser contempladas como fuentes primarias para la Historia de la Ciencia y de la Educación.

BIBLIOGRAFÍA

- AA. VV. (2000). *Instrumentos científicos para la enseñanza de la Física*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- AA. VV. (2004). *Colección de instrumentos para la didáctica de las ciencias*. Madrid: Universidad Complutense, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Último acceso el 10 de febrero de 2010, desde <http://www.ucm.es/centros/webs/d351>.
- Bertomeu, J. R., García, A. (Eds.). (2002). *Abriendo las cajas negras*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Gago, R., Giménez, M. (Eds.). (2007). *Patrimonio Científico y Técnico de la Universidad de Granada*. Granada: Universidad de Granada.
- López, M.A. (1979). *La Escuela Normal de Granada 1846-1970*. Granada: Universidad de Granada.
- López, T. (2005). *Patrimonio científico de la Universidad de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Pérez-, D. (Ed.). (2009). *El patrimonio educativo de los Institutos Históricos. I Jornadas nacionales*. San Cristóbal de la Laguna: Viceconsejería de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

Porta, E., Montserrat, R. M., Morral, E. (1982). *Sistema de Documentación para Museos*. Barcelona: Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya.

Sánchez, J. (2008). *El patrimonio científico de los centros educativos. El gabinete de física de la Escuela Normal de Maestros de Granada*. Comunicación presentada en el Congreso Internacional de Patrimonio y Expresión Gráfica (pp. 862-879). Granada: Universidad de Granada.

Sánchez, J., Fernández, M. (2007). Instrumentos científicos en el Departamento de Didáctica de las ciencias experimentales. En Gago, R. & Giménez Yanguas, M. (Eds.), *Patrimonio Científico y Técnico de la Universidad de Granada* (pp. 163-193). Granada: Universidad de Granada.

Sánchez, J., García, R. (2007). *Inventario de Instrumentos Científicos y Técnicos del Patrimonio de la Universidad de Granada*. Granada: Universidad de Granada.

Somoza, M. (2007). El "Proyecto MANES" y la investigación sobre manuales escolares. *Avances en supervisión educativa. Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 6.

Thomas, J. (2003). *Un siglo de Instrumentación Científica (1851-1950)*. Granada: Universidad de Granada.

Fuentes primarias empleadas en la identificación de los instrumentos

Berson, G. (1887). *Cours de physique*. París: Quantin.

Cultura: Eimler-Basanta-Haase S.L. (1927). *Catálogo de aparatos de física*. Madrid.

E. Leybold's Nachfolger (Ca. 1905). *Catalogue of physical apparatus*. Colonia.

Esteva, J. (1909). *Catálogo general de material instructivo de enseñanza de España y extranjero propio para toda clase de escuela, institutos y universidades*. Barcelona.

Becker, F.E. & Co. (Ca. 1930). *Physical and general laboratory equipment* (25ª ed.). Londres.

Feliú y Pérez, B. (1874). *Curso elemental de Física experimental y aplicada y nociones de Química* (2ª ed.). Valencia: Imprenta de J. Rius.

Ganot, A. (1868). *Tratado elemental de Física experimental y aplicada* (4ª ed.). Madrid: Bailly-Bailliere.

Les Fils d'Émile Deyrolle (1907). *Catalogue méthodique . Physique . Instruments de précision, matériel de laboratoire . Cabinets de Physique et de Chimie*. París.

Lozano y Ponce de León, E. (1911). *Elementos de física* (10ª ed.). Madrid: J. Ratés.

Max Kohl, A.G. (Ca. 1910). *Physical Apparatus, Price List No. 50, Vols II and III*. Chemnitz.

Mir Peña, J. (1925). *Física Razonada para segunda enseñanza*. Granada: Imprenta Editorial Urania.

Sánchez y Lozano, E. (1904). *Catálogo de scriptivo ilustrado de la Casa Recarte Hijo*. Madrid: Imprenta S. Francisco de Sales.

Metodología para el análisis del desempeño docente. Un estudio de caso en un contexto mediado por TICs

Stoessel, F., Rocha, A.

Departamento de Profesorado en Física y Química. Facultad de Ingeniería. UNCPBA

arocha@fio.unicen.edu.ar

RESUMEN

En este trabajo se describe y analiza el accionar de un docente que desarrolla una asignatura en la modalidad a distancia. Se utiliza una metodología de investigación, que permite identificar aspectos relevantes de la componente didáctica del modelo docente y fundamentar cómo influye en ella, el trabajo en contextos educativos mediados por el uso de las TICs.

El estudio de caso analizado, con la metodología utilizada, permitió caracterizar el trabajo de un docente orientador del proceso de aprendizaje del alumno, rol que se observa más desde la guía que prepara previamente que cuando desarrolla la asignatura haciendo uso de las TICs. Esto lleva reflexionar respecto al trabajo docente en este nuevo contexto.

Palabras clave

TICs – Práctica Docente – Educación Superior – Educación a Distancia

INTRODUCCIÓN

Son varios los autores que tratan los cambios implicados en las prácticas educativas al incluir las nuevas tecnologías en el aula (Tedesco, 2003; Area Moriera, 2003). Entre estos, pueden mencionarse los que tienen que ver con los roles de los actores en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, las formas de acceso a la información, los cambios en el sentido de la educación y en la manera de comunicarse, entre otros.

El trabajo en estos nuevos contextos, requiere que los docentes adapten sus prácticas habituales, implicándole esto la necesidad de desarrollar la capacidad para identificar y desplegar actividades cognitivas nuevas (Litwin, 2000), dado que las tecnologías generan diferentes posibilidades para el acceso a la información, las formas de comunicarse, de aprender.

Otros trabajos dan cuenta del impacto de estos cambios en las prácticas educativas universitarias, en un escenario predominantemente presencial (Gallino y Campaner, 2008).

Cuando el docente lleva adelante una propuesta de enseñanza toma ciertas decisiones sobre qué y cómo enseñar, respondiendo a un modelo didáctico. El análisis de lo propone y hace, pensado en términos de un modelo didáctico, es una manera de caracterizar la práctica profesional.

Un modelo didáctico se constituye sobre la base de fundamentos psicológicos, epistemológicos y sociológicos que sustentan el modelo y el sistema de acción del docente (lo didáctico). Ello implica que la selección y organización de contenidos, actividades y recursos que pone en juego y el tipo de interacción entre los diferentes actores, reflejado en los roles que ellos adoptan y desempeñan durante la enseñanza y el aprendizaje, están en íntima relación con los fundamentos psicológicos, epistemológicos y sociológicos que guían el trabajo del docente (Fernández y otros, 1997).

El modelo didáctico podría considerarse integrado por una componente epistemológica, una sociológica, una psicológica y una didáctica (Zabala, 1995).

Las tres primeras componentes están directamente relacionadas con las teorías implícitas del docente; con lo que el docente cree acerca de para qué enseñar y cómo hacerlo. Se considera que estas creencias se pondrán de manifiesto en su práctica, cuando tome decisiones ligadas a la componente didáctica del modelo.

La componente didáctica (CD) está caracterizada por las decisiones del docente en relación con el tipo de actividades y/o tareas que propone a sus alumnos y la forma de agruparlas y articularlas en una secuencia; qué tipo de relaciones y situaciones comunicacionales caracterizan su accionar (ello permite identificar roles del docente y de los alumnos); de qué manera distribuye el espacio y el tiempo; qué uso hace de materiales curriculares, fuentes y otros recursos y cuál es el sentido y función de la evaluación, entre otros. Describir la práctica del docente poniendo énfasis en la CD, permitirá poner de manifiesto aspectos relacionados con decisiones ligadas al diseño de la enseñanza y su puesta en práctica.

En este trabajo se busca desarrollar una metodología de investigación de análisis de la práctica docente, que permita identificar aspectos relevantes de la componente didáctica del modelo docente y fundamentar cómo influye en ella, el trabajo en contextos educativos mediados por las TICs.

METODOLOGÍA

Se presenta en este trabajo un estudio de caso. Se trata de una profesora que se desempeña en formación de docentes en el marco de la Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias Naturales. Esta carrera universitaria es una propuesta de formación continua pensada para que los profesionales adquieran una especialización en el campo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, profundizando y actualizando su conocimiento disciplinar básico. El desempeño habitual de la profesora es en contextos presenciales. La que se analiza aquí es su primera experiencia en un contexto mediado por TICs.

Como variables de análisis de la componente didáctica se seleccionan: Tipo de actividades que propone desarrollar, Materiales que utilizan los estudiantes y recursos asociados y Rol del docente. También podría caracterizarse la componente didáctica por el estudio de la utilización de los espacios y tiempos y el sentido y papel de la evaluación, los cuáles no se consideran aquí dado que las fuentes de datos que se dispone no permiten su caracterización.

Descripción de las fuentes de datos

Los datos se obtienen de la Guía didáctica elaborada por el docente y de un Informe de comunicaciones proporcionado por el Grupo de Apoyo a la Educación a Distancia (GAED).

Para el tipo de propuestas virtuales como la que se analiza en este trabajo, la mediación pedagógica se da a través de guías didácticas. Éstas son documentos que cumplen el doble papel de informar y orientar (Zabalza, 2004). Dan indicios de las estrategias didácticas del profesor. Son instrumentos mediante los cuales se comunica el contenido de enseñanza, concepciones y creencias, respecto a la enseñanza y el aprendizaje. En ellas pueden encontrarse intervenciones escritas que representan exposiciones del docente, actividades de aprendizaje y recursos que deben utilizarse para resolverlas, entre otras cuestiones. Se elaboran con la participación del GAED, que asesora en el diseño y desarrollo de las propuestas no presenciales en la institución.

Por otra parte, la enseñanza en la modalidad a distancia se basa fundamentalmente en un diálogo didáctico mediado tecnológicamente, entre profesor y estudiante y entre los estudiantes entre sí. En la propuesta analizada, las interacciones comunicativas que resultan de interés son las que se dan

entre profesor y estudiantes. Estas se realizan, además de mediante la guía didáctica, a través de una plataforma de comunicaciones. El GAED elabora un registro de estas últimas comunicaciones y vuelca en un Informe el análisis de las mismas (Iturralde y otros, 2008).

Descripción de las variables

Tipo de actividades

Las actividades, son entendidas como un conjunto organizado de tareas (Cañal, 2000) que guardan una íntima relación con una finalidad o intención didáctica que el docente le ha adjudicado. Se analiza el tipo de actividad que realizan los estudiantes, el orden en que se le proponen y las relaciones que se establecen entre ellas.

Los datos referidos a esta variable se extraen del enunciado de las mismas en las guías. La categorización de actividades y tareas utilizada es adaptada de Pro Bueno (1999) y Cañal (2000). Intenta abarcar las posibles para una clase de ciencias, teniendo en cuenta que además las mismas se desarrollan en un contexto mediado tecnológicamente.

Las actividades pueden ser: Lectura (L), Resolución de Ejercicios (RE), Resolución de Problemas (RP), Resolución de cuestiones de Aplicación (RA), Trabajo en pequeños grupos (TPG), trabajo con grupo grande (TGG). En Otras se incluyen, por ejemplo, actividades que implican el análisis de la experiencia propia.

Los datos acerca de las tareas asociadas a cada actividad se infieren del enunciado de las actividades presentadas en la guía. Para este análisis se establece que las *tareas asociadas* podrían ser de: Interpretación del contenido (INT), elaboración de reflexión (R), elaboración de respuestas (ER), búsqueda de ejemplos (BE), análisis de información (Ai), análisis de casos reales o hipotéticos (ACröh), análisis de datos (AD), elaboración de informes (Ei), búsqueda bibliográfica (BB), Otras.

En particular, la tarea interpretación del contenido (INT), muchas veces aparece asociada a la exposición del docente, que puede realizarse a través de intervenciones escritas en la guía didáctica o intervenciones libres desde la herramienta tecnológica.

La *finalidad didáctica* de las actividades se infiere a través del análisis conjunto del tipo de actividad y la tarea asociada, teniendo en cuenta además su ubicación en la secuencia de enseñanza. Las finalidades que se consideran son: Indagación; Iniciación de una temática; Introducción de nuevos puntos de vista; Síntesis y elaboración de conclusiones, Aplicación y Transferencia a otros contextos. Esta categorización es adaptada de Sanmartí (2002).

Materiales y Recursos

Esta variable está íntimamente relacionada con la anterior. La realización de una actividad implica movilización y procesamiento de información, para lo cual se establecen interacciones entre el alumno y las distintas fuentes y recursos propuestos por el docente.

Por ello esta variable se ha definido identificando, por un lado, la fuente principal de información propuesta para la realización de una actividad y por otro, el recurso asociado.

Las fuentes principales de información se han clasificado en: bibliográficas, personales, audiovisuales, informáticas, medio socio-natural.

Los recursos pueden ser: *Bibliográficos*, entre éstos: apuntes, guía didáctica, libros de texto, artículos, leyes; *Recursos humanos*: entre estos profesor, alumno, persona ajena a la clase e *Informáticos*: demostraciones, simulaciones. Esta selección intenta abarcar los posibles recursos a implementar desde un sistema de enseñanza mediado tecnológicamente y responde a lo encontrado en trabajos previos que estudian el trabajo docente en un contexto similar al estudiado en este trabajo (Rocha y otros, 2006).

Rol Docente

Se estudia el rol docente a través de las exposiciones que realiza (EXP) y de las estrategias de enseñanza, las cuales se caracterizan mediante el análisis conjunto de las actividades y recursos propuestos y de la forma en que pone en juego estas variables.

El análisis del contenido de las exposiciones del docente (EXP) en relación a la intención con que las realiza podría dar indicios del rol asumido por este en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo del extracto siguiente se infiere que la intención es orientar la lectura del alumno.

“Lea..... Esta bibliografía le permitirá analizar... Para realizar la lectura de este material se sugiere que preste atención a.....”

La puesta en juego de la exposición del docente en el contexto no presencial puede hacerse a través de intervenciones escritas plasmadas en la guía didáctica; o realizarse a través de intervenciones libres durante el desarrollo de la asignatura, emitidas éstas desde las herramientas comunicacionales. Estas últimas serían análogas a las que el docente realiza de forma espontánea en una clase presencial.

Para extraer el dato referido a una exposición docente se analizan las intervenciones preestablecidas en la guía y para las intervenciones libres se recurre al informe de comunicaciones elaborado por el GAED.

En el análisis de las estrategias de enseñanza interesa la frecuencia de cada tipo de actividad en relación con la finalidad didáctica. La presencia o ausencia de unas u otras actividades y las frecuencias de las mismas en relación con las demás. Todo ello constituye un indicador de las decisiones asumidas por el docente.

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INTEGRAN LA COMPONENTE DIDÁCTICA

En la tabla puede verse en paralelo la frecuencia de cada tipo de actividades y de sus tareas, incluido los recursos utilizados en cada caso.

| Tabla de frecuencia de Actividades, Tareas y recursos presentes en las guías | | | |
|---|--------------|--------------------|-------------------|
| <i>Actividad</i> | <i>Tarea</i> | <i>Recurso</i> | <i>Frecuencia</i> |
| L | INT | Guía/Correo | 41 |
| L | Ai | Ley | 1 |
| L | INT | Libro | 6 |
| L | R | Ley/Libro/Artículo | 11 |
| L | INT/Ai | Libro | 2 |
| L | R | Libro | 4 |
| L | Ei | Ley/Libro | 1 |
| Otras | R | Otros | 1 |
| Actividades: Lectura (L) Tareas asociadas: lectura individual del tema (Lt), interpretación del contenido (Int), elaboración de reflexión (R), análisis de información (Ai), elaboración de informes (Ei). | | | |

Para el caso analizado, el desarrollo de la asignatura implica realizar un total de 66 actividades todas de lectura (L), una de las cuales corresponde al análisis de su propia experiencia (Otras).

De las 66 actividades de lectura, 41 corresponden a la lectura de una Exposición del docente, las restantes 25 implican la lectura de un recurso bibliográfico.

Cuando la actividad implica un solo tipo de tarea, predominan las tareas de Interpretación del contenido (47) y elaboración de reflexión (16). Cuando se analizan las dos actividades que implican

la realización de más de una tarea, se observa que la secuencia utilizada es lectura del tema, interpretación del contenido y análisis de la información.

Cuando se analiza la *finalidad didáctica* de las actividades que implican el trabajo con un recurso bibliográfico (25), 2 tienen la finalidad de indagar ideas, 14 pretenden introducir nuevos puntos de vista, 7 implican el desarrollo de procesos de síntesis, una implica la aplicación de conceptos y otra la transferencia de contenidos a otros contextos.

Por ejemplo, cuando el docente, después de que los estudiantes han analizado una problemática guiados por su propio marco teórico, les solicita que lean un material que introduce otros puntos de vista y les requiere que repiensen la situación anterior en estos nuevos términos. Puede inferirse que propone una actividad en la que introduce nuevos puntos de vista e invita a utilizarlos.

Los recursos utilizados son todos de tipo bibliográficos, con uso frecuente del libro y la guía.

Cuando se intenta analizar el rol del docente, en relación a las estrategias de enseñanza puestas en juego, puede observarse que si bien las actividades planteadas son en su mayoría de lectura, se diferencian entre sí por el tipo de tarea que implica, como así también por el recurso asociado.

Del análisis de la finalidad didáctica de las actividades, podría decirse que la estrategia docente se centra en introducir nuevos puntos de vista, y el alumno logre realizar un proceso de síntesis de los marcos presentados que le permita explicar y analizar sus propias ideas, para luego aplicarlas en la resolución o análisis de una problemática.

En relación a la finalidad didáctica de las exposiciones, 19 las desarrolla con la finalidad de introducir una temática, en 17 oportunidades interviene orientando al proceso de aprendizaje y por último, interviene otras 6 veces con la finalidad de realizar un “cierre”, ya sea al final de módulos (4) ó cierres parciales de temáticas (2). De las 17 exposiciones de orientación, 16 son preestablecidas, y sólo se detecta una intervención libre con esta intención.

A partir de esto, puede inferirse una fuerte presencia docente, marcada por la cantidad de intervenciones de exposición detectadas, que no sólo responden a una intención de ser transmisor de contenido, sino también de ser orientador y acompañante del proceso de aprendizaje. Eso se manifiesta en la cantidad de intervenciones de orientación que realiza, fundamentalmente luego de la presentación del tema.

CONSIDERACIONES FINALES

Con la metodología utilizada se ha podido caracterizar el trabajo de un docente orientador y guía del proceso de aprendizaje del alumno, rol que se observa no fue desempeñado mientras se desarrolló la asignatura haciendo uso de las TICs.

La fuente más importante de la que surgieron los datos que permiten hacer estas afirmaciones es la guía. Esto pone de manifiesto lo que expresábamos anteriormente, al decir que en un contexto no presencial como el estudiado, las guías se transforman en el principal vehículo de comunicación.

La incorporación de intervenciones preestablecidas luego de introducida una temática, daría cuenta de una clara planificación de las mismas durante el desarrollo de las guías didácticas. Mientras que la ausencia de intervenciones libres, durante el desarrollo de la asignatura puede considerarse ligada a que:

- El docente está poco habituado a las herramientas tecnológicas puestas al servicio del acto educativo.
- La idea (implícita), vinculada con la modalidad, de que los materiales preparados los convierte prácticamente en los únicos mediadores del proceso de enseñanza del alumno.

En relación a la variedad de recursos que selecciona, entre los cuales se destaca el libro, se considera que en la medida que el docente experimente su práctica en este contexto, ampliará la selección de recursos, introduciendo fuentes variadas y actualizadas, como pueden ser artículos de revistas, materiales multimedia, hipertextos, entre otros.

El uso de una metodología como la planteada para este trabajo ha permitido caracterizar la componente didáctica del modelo propuesto. Junto con la elaboración de entrevistas posteriores al desarrollo de las propuestas mediadas tecnológicamente, se podrá ampliar y profundizar en análisis, a la vez que será posible dar cuenta de la reflexión de los docentes en relación a su rol y el del alumno, el rol de las nuevas tecnologías y las posibilidades que éstas brindan para el desarrollo de la tarea docente en el contexto universitario, como así también los cambios que necesita incorporar a la práctica para enseñar en este contexto, cuestiones que no podemos caracterizar con el sólo análisis de los materiales que elaboran.

REFERENCIAS

- Área Moreira, M. (2000). Problemas y retos educativos ante las tecnologías digitales en la sociedad de la información. *QuadernsDigital*.
- Cañal, P. (2000). El análisis de la dinámica del aula: Tareas, actividades y Estrategias de enseñanza, en: Perales, F. J., y Cañal, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- Fernández González, J., Elórtegui, N., Rodríguez, J.F., Moreno, T (1997). “¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos?”. *Alambique* 12, 87-99.
- Gallino, M. y Campaner, G (2008). Una mirada crítica en el uso de las TICs en la enseñanza de la ingeniería de la FCEyN (UNC). *VI CAEDI: Formando al Ingeniero del Siglo XXI*, Salta, septiembre (paper).
- Iturrealde, C., Fuhr Stoessel, A., Riera, A., Rocha, A. (2008). Seguimiento de las comunicaciones y evaluación del sistema en las propuestas de educación a distancia de la Facultad de Ingeniería, en *I Jornada Institucional “Educación a Distancia sin distancia”*. Tandil: UNCPBA, CIPTE.
- Litwin, E. (2000) (comp). *Educación a distancia. Temas para el debate en una nueva agenda educativa 2000*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Pro Bueno, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 411-430.
- Rocha, A, Iturrealde, C. y Fuhr S., A. (2006) ¿Qué modelo de enseñanza se lleva adelante en una propuesta de formación a distancia?. Un análisis a partir de los materiales de estudio y de algunos procesos de comunicación. *IV Seminario Internacional y II Nacional de Educación a distancia*. Córdoba, mayo (paper).
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis, S.A.
- Tedesco, J. (2003). Los pilares de la educación del futuro, en: *Debates de educación*. Barcelona: UOC. URL: <http://www.uoc.edu/dt/20367/index.html>
- Zabala Vidiella, A. (1995). *La práctica educativa. ¿Cómo enseñar?*. Serie pedagogía. Barcelona: Editorial Graó.
- Zabalza Beraza, M. (2004). Guía para la planificación didáctica de la docencia universitaria en el marco del EEES (Guía de guías). *Documento de trabajo. Universidad de Santiago de Compostela*. Disponible en:

http://www.uclm.es/PROFESORADO/RICARDO/Convergencia/guiaplan_aZABALZA.pdf

AGRADECIMIENTOS

A la AECI, proyecto (A/18389/08) y a la Facultad de Ingeniería de la U.N.C.P.B.A.

Desarrollo de competencias científicas: modelos y evidencias en la lectura, la escritura y la experimentación

Márquez, C.

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales.
Universitat Autònoma de Barcelona.*

conxita.marquez@uab.cat

RESUMEN

El grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias) es un grupo de investigación consolidado de la Universitat Autònoma de Barcelona cuya finalidad es investigar en la interrelación entre competencias científicas y competencias comunicativas. En esta comunicación se presenta uno de los proyectos vinculados al grupo: *Desarrollo de competencias científicas: modelos y evidencias en la lectura, la escritura y la experimentación* del Ministerio de Ciencia e Innovación*. Dicho proyecto se enmarca dentro del proyecto *Promover el desarrollo de las competencias científicas en secundaria: componentes de la práctica y metaconocimiento* en coordinación con la Universidad de Santiago de Compostela. El proyecto pretende investigar sobre el uso de pruebas, estudiando *la articulación* entre esta competencia y la construcción, uso y revisión de modelos científicos. Se parte de la hipótesis que la utilización en el aula de tareas contextualizadas y basadas en problemas sociocientíficos, que promuevan la capacidad de actuar, del uso de estrategias de regulación y autoregulación y la utilización de preguntas genuinas mejoraran el uso de evidencias y la construcción, uso y revisión de modelos científicos.

Palabras clave

Competencias científicas, pruebas (evidencias), modelos científicos, argumentación, problemas socio-científicos.

INTRODUCCIÓN

El grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias) es un grupo de investigación consolidado (referencia 2009 SGR 1543) de la Universitat Autònoma de Barcelona cuya finalidad es investigar en la interrelación entre competencias científicas y competencias comunicativas.

Las principales líneas de investigación son el lenguaje y la enseñanza de las ciencias, las interrelaciones entre hacer/pensar/hablar en la clase de ciencias y las actitudes y valores que se transmiten, siempre en el contexto del aula de ciencias. El grupo está formado por un total de 34 personas entre las que se incluyen investigadoras y profesoras de la universidad, estudiantes de doctorado y profesorado de Secundaria.

Dentro del marco del grupo se han desarrollado los siguientes proyectos: *La formación del alumnado como ciudadano lector de textos de ciencias* (2004 ARIE 0066), *Las competencias de lectura para adquirir conocimientos científicos en diferentes contextos* (2006 ARIE 10014), *Diseño y evaluación de estrategias que favorezcan el desarrollo de la competencia lectora en ciencias* (SEJ2006-15589-C02-02) y *Lectura y escritura para el pensamiento crítico a la clase de ciencias* (2005 ARIE 10023).

En esta comunicación se presenta uno de los proyectos vigentes: *Desarrollo de competencias científicas: modelos y evidencias en la lectura, la escritura y la experimentación* proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación vigente desde 2010 hasta 2012. Dicho proyecto se enmarca dentro del proyecto *Promover e l desarrollo de las competencias científicas en s ecundaria: componentes de la práctica y metacognición* en coordinación con la Universidad de Santiago de Compostela. El proyecto pretende investigar el desarrollo de las competencias científicas en secundaria, en particular la competencia de reconocer, usar y evaluar pruebas (*evidences*), y la competencia en la construcción, uso y revisión de modelos científicos.

Para el grupo es relevante investigar el desarrollo de las competencias científicas en secundaria. Ya que a nuestro parecer la noción de competencia no es un mero cambio de término, sino que coincidiendo con Jiménez y Gallástegui (2008) incorpora dos novedades: a) la *integración* de saberes conceptuales, destrezas y actitudes, y b) el énfasis en la puesta en práctica o *transferencia* de lo aprendido a otros contextos. Asimismo, plantea la necesaria *autonomía* del alumnado para aprender y autorregular sus dificultades y errores en interacción con los demás (Sanmartí, 2007). Esto implica una intención de superar, entre otros, dos problemas del aprendizaje (y la enseñanza) mostrados por la investigación educativa (e.g., Duschl y Grandy, 2008): la fragmentación y las dificultades en la transferencia o aplicación de lo aprendido a otros contextos, así como la necesidad de integrar la dimensión metacognitiva en el aprendizaje (Sanmartí, 2007; Zohar, 2008).

Tanto la noción de competencias básicas, como en particular de competencias científicas, vienen respaldadas por su utilización desde 2002 por la OCDE como eje en la evaluación internacional PISA. Utilizamos 'competencias' en plural, en referencia a las distintas capacidades requeridas para su desarrollo que, como muestra el análisis comparativo de Cañas, Martín y Nieda (2007), son las mismas tanto en PISA como en los currículos del MEC aunque hay algunas diferencias en la representatividad de algunas dimensiones. Según PISA, la adquisición de la competencia científica conlleva el desarrollo de tres tipos de capacidades: 1) Identificación de cuestiones científicas (investigables por parte de las ciencias); 2) Explicación científica de fenómenos; y 3) Utilización de pruebas científicas (*evidence*).

De estas tres competencias, seleccionamos como objeto de nuestro estudio la segunda y tercera, ambas estrechamente relacionadas con la argumentación. Nos proponemos avanzar sobre el uso de pruebas (parte de la argumentación), estudiando *la articulación* entre esta competencia y la construcción, uso y revisión de modelos científicos (siendo esta modelización coincidente con la competencia de explicación científica).

La competencia en el uso de pruebas implica tanto extraer conclusiones apropiadas a partir de pruebas, como criticar argumentos en base a las pruebas disponibles, capacidades evaluadas en PISA y que figuran en los nuevos currículos. Una línea emergente dentro de los estudios sobre argumentación es la que examina el uso de pruebas (*evidence*) por el alumnado, desde qué cuenta como prueba (Hogan y Maglienti, 2001), en qué medida son adecuadas las pruebas aportadas para justificar los enunciados, y qué diferencias hay entre pruebas usadas y lo que se entiende por prueba (Sandoval y Millwood, 2005; 2008), en qué niveles epistémicos de mayor o menor abstracción se sitúan (Kelly y Takao, 2002; Kelly et al., 2008). Asimismo, en el marco educativo actual es importante diseñar instrumentos capaces de determinar el desarrollo de las competencias por parte del alumnado y evaluar la eficacia o idoneidad de las actividades y estrategias implantadas. Uno de los contextos escogidos para desarrollar las competencias científicas son los problemas socio-científicos (Socioscientific Issues), es decir, problemas científicos sobre los que actualmente aún no exista un consenso de la comunidad científica (cambio climático, transgénicos...) y a los que el alumnado tendrá que enfrentarse como ciudadano y, por tanto, tomar decisiones y actuar. Uno de los instrumentos propuestos que permitirán analizar la toma de decisiones es el Modelo del

Reflective Judgment (RJM, /Modelo del Pensamiento Reflexivo. Se trata de un modelo propuesto por King y Kitchener (1994) que describe el desarrollo del pensamiento reflexivo que subyace a la toma de decisiones y a la capacidad de emitir juicios reflexivos.

Nuestra investigación pretende promover el desarrollo del pensamiento crítico en el alumnado, en el marco de una nueva propuesta de caracterización del mismo en relación con la argumentación (Jiménez y Puig, 2010), reconociendo la influencia de las representaciones sociales. En el caso del análisis crítico de textos (de distintos tipos) esto implica una negociación interactiva entre el texto y las creencias u opiniones del alumnado para conseguir una interpretación consistente. Las estrategias de lectura cooperativa, la reflexión metacognitiva y la autorregulación se han mostrado útiles tanto para estimular el placer del alumnado por la lectura, como para hacerlo críticamente (Márquez y Prat, 2005).

Objetivos

- Analizar la competencia de reconocer, usar y evaluar pruebas en situaciones de lectura, escritura y prácticas experimentales y de su incidencia en la modelización;
- Evaluar e identificar los factores que promueven una mejor autorregulación de dichas competencias
- Identificar criterios de calidad de las actividades de lectura, escritura y prácticas experimentales para promover la capacidad de reconocer, usar y evaluar pruebas en la construcción, uso y revisión de modelos científicos.

Hipótesis de partida

- La utilización en el aula de tareas contextualizadas y basadas en problemas sociocientíficos, que promuevan la capacidad de actuar mejorará el reconocimiento, uso y evaluación de pruebas y la construcción, uso y revisión de modelos científicos.
- El desarrollo de estrategias de regulación y autorregulación que promuevan el uso de pruebas en situación de lectura, escritura y experimentales ayudará al alumnado a evaluar el tipo de pruebas que aparecen (a) en las lecturas de distintos textos de contenido científico, (b) que utiliza en sus argumentaciones y (c) que construye en los trabajos prácticos,
- La utilización en el aula de preguntas “genuinas” mejorará la construcción, uso y revisión de modelos científicos. Las preguntas que se formulan han de tener significado para los alumnos y deben formularse en un marco teórico para poder tener una respuesta científica.
- El desarrollo de estrategias de regulación y autorregulación que promuevan la construcción, uso y revisión de modelos científicos en situaciones de lectura, escritura y experimentales ayudará al alumnado a evaluar la calidad, a nivel textual y temático, de sus interpretaciones (relacionadas con el modelo científico) sobre los fenómenos objeto de estudio.

METODOLOGÍA

Muestra

La muestra está formada por 9 centros de secundaria, 5 públicos y 4 concertados situados en distintas localidades de Catalunya, y un centro de primaria (Barcelona). En dos de los centros concertados será posible realizar un estudio longitudinal, siguiendo el mismo grupo de alumnos a lo largo de su escolaridad. Además, con 2 grupos de estudiantes de Magisterio de la especialidad

‘Lenguas Extranjeras’ de la UAB. Se pretende lograr una amplia representatividad en cuanto a niveles socioeconómicos y contextos.

Recogida de datos

La recogida de datos combinará distintas fuentes. Para el estudio cualitativo:

- a) grabación en video y audio de las sesiones de clase,
- b) registro (diario) de las clases por parte del profesor-investigador.
- c) observación de las clases (notas de campo) por un investigador externo.
- d) recogida de las producciones del alumnado, sean escritas o productos materiales (modelos, pequeños aparatos o montajes, dibujos, mapas etc.), que en el segundo caso serán también fotografiadas y que en conjunto constituyen la carpeta (portafolio) de cada estudiante. Estas producciones se recogerán también en otros formatos que incorporan las nuevas tecnologías. Esta recogida de datos se realiza de forma continuada, en algunos casos a lo largo de toda una unidad o secuencia didáctica, en otros por ejemplo en todas las sesiones correspondientes a las tareas de laboratorio a lo largo del curso.

Para el estudio cuantitativo:

- f) Pruebas escritas utilizando las tareas PISA. En el curso 2006-07 un miembro del grupo LIEC de la UAB diseñó una prueba para el alumnado de 4º de ESO (Sardà, 2007 documento interno) de su escuela para evaluar las competencias científicas, basadas en las pruebas PISA de los años 2000 y 2003. Concretamente, se seleccionaron cuatro preguntas (Seguridad Vial, El diario de Semmelweis, La capa de ozono y Los autobuses) de manera que los chicos y chicas las pudieran resolver en un hora, consideraran los aspectos fundamentales de la definición de habilidad científica que tendría que tener un ciudadano en la sociedad actual y que, en conjunto correspondieran a contenidos que se trabajan a lo largo de la educación secundaria. Esta prueba ha sido utilizada para realizar uno de los estudios longitudinales correspondiente al proyecto anterior. Se propone utilizar esta prueba, con las modificaciones necesarias para el proyecto actual.

Las pruebas se pasarían a los grupos experimentales y a grupos control.

Análisis de datos

En primer lugar, el análisis de los datos recogidos mediante grabaciones requiere la transcripción de las grabaciones de video y audio. En una segunda fase, se lleva a cabo el análisis de las dimensiones de las competencias objeto de investigación, para lo cual utilizamos como punto de partida herramientas diseñadas por el equipo del proyecto, así como otras tomadas de la literatura, siendo necesario también el diseño de nuevos instrumentos. A continuación se indican algunos ejemplos para cada objetivo específico, teniendo en cuenta que los generados por nosotros no contienen categorías a priori, sino que estas emergen de una interacción entre la perspectiva teórica, propuestas de otros equipos y los datos recogidos.

Para el análisis del tipo de pruebas usadas por el alumnado en el trabajo experimental se usarán criterios centrados en la significación que dan los alumnos a los datos que obtienen mediante instrumentos de laboratorio.

El análisis de textos argumentativos elaborados por los alumnos se hará a distintos niveles: siguiendo criterios de análisis conceptual de Thagard (1992), de la argumentación (Toulmin, 1958) y de la función de las narrativas.

La influencia de las estrategias de regulación y autorregulación en el uso de pruebas en situación de lectura, escritura y experimentales se evaluará a través del análisis cualitativo de las producciones finales (habladas, escritas o experimentales) considerando la competencia argumentativa, uso de justificaciones de distintos dominios, complejidad de las justificaciones, capacidad de refutar argumentaciones contrapuestas (Oliveras y Sanmartí, 2008).

Para el análisis de preguntas “genuinas” se utilizarán las categorías elaboradas por Roca (2007), que permiten distinguir las preguntas que promueven generalizaciones, identificación de mecanismos y constricciones del modelo (Gómez, Sanmartí, Pujol, 2006).

La influencia de las estrategias de regulación y autoregulación en el proceso de modelización en situación de lectura, escritura y experimentales se evaluará a través del análisis cualitativo.

La influencia de las características de las actividades de lectura, de escritura de textos en la relación entre el uso de pruebas y la modelización por parte de los alumnos se evaluará a través del análisis de las actividades de aplicación teniendo en cuenta dos aspectos a nivel cualitativo: la funcionalidad en la relación entre el uso de pruebas y la modelización según propuesta de Izquierdo et al, (1999) y los valores asociados al contexto en el que se realiza la actividad. A nivel cuantitativo se pasará a los alumnos la prueba para evaluar la competencia científicas a partir de una adaptación de las preguntas Pisa diseñada por un miembro del grupo de investigación (Sardà, 2008. Documento interno).

Las características de los textos escogidos se analizarán en función de variables como, por ejemplo, su comunicabilidad y racionalidad (Márquez et al. 2007) y las actividades de lectura que se proponen en función de su vinculación al proceso lector (Prat et al. 2008).

CONCLUSIONES

La contribución principal del proyecto será profundizar en el conocimiento del desarrollo de las competencias científicas de uso de pruebas y modelización, y una primera caracterización de las progresiones de aprendizaje en ambas, tanto en lo referente a la práctica de las competencias como al metaconocimiento. Una segunda contribución que se espera es la evaluación de la influencia de las dimensiones estudiadas de los ambientes de aprendizaje, estrategias docentes y tareas didácticas en el desarrollo de estas competencias, lo que contribuiría a explicar en parte los insatisfactorios resultados españoles en PISA y a proponer medios para mejorarlos. En cuanto a generar beneficios de impacto social, se espera que el proyecto contribuya a la solución de un problema social, las dificultades en el aprendizaje de las ciencias, ya que generará recursos para la evaluación de estas competencias en el aula, de gran relevancia por su papel central en el currículo, así como recursos para promover su desarrollo en la enseñanza de las ciencias en secundaria (transferencia a la sociedad), y para la formación del profesorado en relación con estas competencias. Asimismo contribuirá a la internacionalización de la investigación en nuestra área, al difundir los resultados en publicaciones y foros del máximo impacto y participar en proyectos europeos.

BIBLIOGRAFIA (SELECCIÓN)

Cañas, A., Martín, M.J., Nieda, J.(2009). Definición y secuenciación de la competencia científica en la LOE. *Aula*, 186, 7-9.

Duschl, R. A., Grandy, R. E. (2008). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Framing the debates. En R. A. Duschl y R. E. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation* (pp1–37). Rotterdam: Sense Publishers.

Gómez, A., Sanmartí, N., Pujol, R. (2006). Explaining events in the environment to primary school students. *Journal of Biological education*, 40(4), 149-154.

- Hogan, K., Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663-687
- Jiménez Aleixandre, M.P., Puig, B. (2010). Argumentation, evidence and critical thinking. En B. Fraser, K. Tobin y C. McRobbie (Eds.) *Second international Handbook for Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Kelly, G. J., Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342.
- King, P.M., Kitchener, K.S. (1994). *Developing Reflective Judgment: Understanding and Promoting Intellectual Growth and Critical Thinking in Adolescents and Adults*. Jossey-Bass Higher and Adult Education Series and Jossey-Bass Social and Behavioral Science Series.
- Márquez, C., Prat, A., Marbà, A. (2007). A critical reading of press advertisement in the science class. Paper presented at the ESERA conference, Malmoe, August.
- Oliveras, B; Sanmartí, N. (2008). Análisis de una actividad orientada a promover la lectura crítica en las clases de ciencias. *XXIII Encuentros de Didáctica de la Ciencias Experimentales*. Almería.
- Prat, A; Márquez, C; Marbà, A. (2008) Literacitat científica i lectura. *Temps d'educació*, 34, 67- 82.
- Sandoval, W., Millwood, K. (2008) What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? En S. Erduran y M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 3–27). Dordrecht: Springer.
- Sanmartí, N. (2007). *10 Ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.
- Thagard, P (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

* Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación EDU 2009-13890-C02-02.

Qué sabe el alumnado que acaba la educación primaria sobre las mezclas de sustancias

Rubio Cascales, J.

I.E.S. D. Pedro García Aguilera (Moratalla)-Murcia

peiruca@gmail.com

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es analizar qué ciencia sabe el alumnado al acabar la Educación Primaria, concretamente en lo referente a las mezclas de sustancias.

Se propone pasar un cuestionario a alumnado que está cursando 1º E.S.O. actualmente.

Los resultados ponen de manifiesto qué es lo que sabe el alumno y cómo aplica la metodología científica ante diferentes situaciones de mezclas de sustancias.

Palabras clave:

Educación Primaria; Mezclas; Sustancias; Concepciones.

INTRODUCCIÓN

En nuestro actual sistema educativo, en lo que a la enseñanza de las ciencias se refiere y, sobretodo, en la Educación Primaria, consideramos interesante incidir en los modos de pensar y actuar sobre el mundo que tienen los niños. Para ello es necesario conocer las ideas y el grado de desarrollo de las competencias básicas que poseen en cada etapa educativa.

Las cuestiones a plantear e investigar son numerosas, entre otras, las diferentes áreas, contenidos curriculares, niveles educativos,... En este artículo, nos centraremos en la enseñanza de las Ciencias en la Educación Primaria y tendremos en cuenta las últimas reformas curriculares, concretamente a partir de los años '80 en los que la Didáctica de las Ciencias recibió nuevas influencias del campo epistemológico y de la psicología del aprendizaje. Si analizamos el currículo actual en el área Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural podemos comprobar que los contenidos asociados a la mezcla de sustancias aparecen en los tres ciclos de la Educación Primaria pero, viene expresado de forma insuficiente para conocer su alcance.

Este trabajo aborda este último aspecto y su objetivo consiste en analizar las ideas que utilizan los niños de 11-12 años, después de estar unos años en la Escuela, para explicar las características y comportamientos de las mezclas de sustancias que existen a nuestro alrededor.

Existe una amplia bibliografía sobre experiencias que han sido llevadas a la práctica sobre el aprendizaje por investigación y otros trabajos monográficos sobre aprendizaje significativo en la enseñanza de las ciencias pero, todas ellas se plantean en la Educación Secundaria. Sobre la Educación Primaria apenas hay experiencias de este tipo quizás porque algunos autores piensan que hasta la enseñanza secundaria no se debe avanzar en conceptos científicos que sean complejos o conlleven cierto grado de abstracción. Tal y como indica Leymoní (2009) "en la escuela primaria, ante la imposibilidad de adquirir el concepto científico preciso, es necesario buscar una aproximación al mismo con la finalidad de desarrollar las concepciones espontáneas y facilitar su construcción evolutiva y el cambio conceptual. Al respecto, Fumagalli (1993) citado en Leymoní (2009) señala "cada vez que escuchamos que los niños pequeños no pueden aprender Ciencias,

entiendo que tal afirmación comporta no sólo la incomprensión de las características psicológicas del pensamiento infantil sino también la de svalorización de l niño como sujeto social. Enseñar Ciencias en tales edades tempranas invocando una supuesta incapacidad intelectual de los niños es una forma de discriminarlos como sujetos sociales”.

MARCO TEÓRICO

Las primeras cuestiones a plantear son: cuáles son los enfoques o teorías actuales en la enseñanza de las ciencias y qué es lo que realmente se está haciendo en el aula.

Hasta la década de los años '60 se ha estado apuntando hacia una enseñanza por transmisión de conocimientos denominada, actualmente, como “enseñanza tradicional”. A partir de esos años aparecen las primeras reformas en los currículos basadas en el modelo teórico constructivista. Sin embargo, algunos autores (Carretero, M. y Limón, M., 1997) señalan que “el constructivismo educativo adolece de una cierta vaguedad y generalidad que dificulta su puesta en marcha en el aula.” En los años '70 surgen proyectos basados en la enseñanza por descubrimiento autónomo con implicaciones didácticas en las que los estudiantes descubren por sí mismos los conceptos científicos (concepción piagetiana). A finales de los '70 y comienzo de los '80, la Didáctica de las Ciencias recibió nuevas influencias del campo epistemológico y de la psicología del aprendizaje (Leymoní, 2009) con implicaciones didácticas sobre las concepciones o ideas previas que tienen los estudiantes acerca de los fenómenos naturales antes de tener una enseñanza formal.

En consecuencia y de acuerdo con las últimas investigaciones, se puede concluir que para llevar estos enfoques teóricos a la realidad del aula, deberíamos conocer las concepciones que tiene el alumnado para aplicar los instrumentos adecuados y finalmente se consiga un aprendizaje integral que sirva para la resolución de problemas reales.

Se han realizado diversas investigaciones sobre las concepciones que los estudiantes desarrollan sobre fenómenos naturales antes de recibir la enseñanza científica formal y todas coinciden en que los niños llegan a las clases de Ciencias con una serie de creencias e ideas acerca de los fenómenos naturales basados en su experiencia y percepción que difieren de manera sustancial de las concepciones científicas. En la enseñanza de la Química, no siempre se realiza una correcta introducción de los modelos científicos. A veces, se presenta sin las suficientes conexiones con los fenómenos que explican (Falicoff, C. y otros, 2008). Gómez (2005) dice que “las investigaciones sobre el aprendizaje de la Ciencia muestran que existen un conocimiento cotidiano y unas concepciones alternativas firmemente arraigadas que compiten, con ventaja, con el conocimiento científico que se intenta transmitir a través de la escuela. En el caso de la química, son muchas y de diversos tipos las dificultades de aprendizaje que encuentran los alumnos, pero, uno de los temas en el que más se ha trabajado es la comprensión de la naturaleza de la materia y se ha acumulado bastante información que muestra la existencia de concepciones alternativas firmemente asentadas, que persisten incluso después de largos períodos de instrucción (p. ej.: Huann, 2000; Pozo, Gómez Crespo y Sanz, 1999; Gómez Crespo y Pozo, 2004)”.

En el currículum oficial de la Educación Primaria, en la Región de Murcia (Decreto 286/2007) se introduce el estudio de los sistemas materiales, a lo largo de los seis cursos, apareciendo las mezclas a partir del segundo ciclo. Del análisis de los contenidos del currículo, se infiere que el alumnado ha de abordar el estudio de los que se contemplan en la Tabla 1.

| | |
|----------|---|
| 2º ciclo | La materia y sus propiedades Cambios físicos: cambios de estado Identificación de mezclas |
| 3º ciclo | Características y propiedades de la materia Separación de los componentes de una mezcla |

Tabla 1. Contenidos del currículo de la Región de Murcia

Multitud de trabajos ponen de manifiesto que los alumnos tienen grandes confusiones entre conceptos pertenecientes a modelos microscópicos (partícula, átomo, molécula,...) que les lleve a la interpretación de cuestiones macroscópicas (diferenciación entre mezclas y compuestos). Según Benarroch (2000a), la validez de un modelo, siguiendo criterios racionales, depende de su coherencia interna y de su simplicidad (cualidades sintácticas) pero también de su poder explicativo y predictivo (cualidades semánticas) (Delattre, 1979; Walliser, 1977, citados en Barboux y otros, 1987 y en Benarroch, 2000c). En la investigación realizada por Benarroch (2000b) plantea la propuesta de iniciar a los jóvenes de 10 años en el modelo corpuscular sin llegar a las últimas consecuencias pero sí a una versión rudimentaria. En el trabajo realizado por Martínez, C y otros (2009) se aportan ideas similares además, indican que los alumnos no recurren, de forma espontánea, al nivel microscópico para la caracterización de las mezclas. En este mismo trabajo se analizan los libros de texto más empleados en el aula mostrando que las ideas que tienen los alumnos podrían estar influenciadas por el tratamiento que realizan dichos textos. Comprueban que en los libros de texto de Educación Primaria introducen el concepto macroscópico de sustancia pura, definiéndola como aquella “formada por un solo tipo de materia” y que “posee unas propiedades características”. Los resultados obtenidos en este trabajo ponen de manifiesto que los alumnos, tanto de Primaria como de ESO, poseen una concepción restringida de mezcla, reconociendo aquellas en las que se diferencian sus componentes (agua y aceite) y excluyendo otras de aspecto homogéneo (leche).

La existencia de estudios realizados con alumnos de Educación Primaria es muy escasa y como dice Leymonié (2009), “es aquí donde los niños toman contacto por primera vez con conceptos científicos muy importantes para sus futuras experiencias de aprendizaje en cualquiera de las disciplinas científicas: se enfrentan por primera vez a comparar lo que piensan de un fenómeno natural dado y lo que la Ciencia dice sobre ese mismo fenómeno”. Es necesario analizar si ha habido o no cambios conceptuales en los niños, tras un período de escolarización.

PLANTEAMIENTO

Nuestro objetivo consiste en analizar las explicaciones y argumentaciones escritas realizadas por estudiantes de 1º de ESO sobre situaciones cotidianas de mezcla de sustancias en función de los conocimientos científicos.

El objetivo general se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la descripción e interpretación dada por los estudiantes de 1º ESO sobre mezclas de sustancias en función de lo que dice la ciencia.
- Analizar la capacidad de expresión de los estudiantes de 1º de ESO para describir e interpretar las mezclas de sustancias.
- Analizar la capacidad de aplicación de los conocimientos científicos sobre mezclas de sustancias en función de su extrapolación a otras situaciones cotidianas.

- Describir el aprendizaje sobre técnicas de separación de las mezclas que presenta el alumnado de 1º ESO en función de los contenidos de tipo procedimental.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Participantes.

El estudio se ha llevado a cabo con una muestra de 14 alumnos que han acabado la Educación Primaria y cursan estudios de 1º de Educación Secundaria Obligatoria, de un Centro Público de la Región de Murcia. Todos los alumnos pertenecen a un mismo grupo.

Instrumento.

El instrumento que hemos empleado en esta investigación, ha sido un cuestionario, de elaboración propia, diseñado para generar las ideas en los niños de maneras diversas: identificación, interpretación y análisis de mezclas homogéneas y heterogéneas Partimos de ejemplos cotidianos y, estructurado de forma que aparece integrada la metodología científica. El cuestionario consta de 11 ítems, partiendo de una prueba experiencial en la que se les muestra dos mezclas diferentes: mezcla A de garbanzos y arroz y mezcla B de agua y sal común. Estos 11 ítems son agrupados en unidades de análisis por presentar contenidos científicos similares.

En el anexo 1 incluimos el cuestionario tal y como ha sido entregado a los estudiantes. En la Tabla 2 presentamos un listado con las unidades de análisis y los ítems que les corresponden.

| Unidad de análisis: contenido | Ítems | Categoría |
|---|-----------|----------------|
| UA1: Descripción de una realidad cotidiana observada: mezcla de sustancias conocidas. | 1,2 | Descriptiva |
| UA2: Interpretación de la realidad descrita: explicación de por qué ocurre | 1,2 | Interpretativa |
| UA3: Análisis. Buscar diferencias entre las mezclas de sustancias | 3, 4, 5 | Interpretativa |
| UA4: Predicción. Aplicar su esquema de interpretación para pronosticar cambios ocurridos en los hechos iniciales. | 6, 7, 8 | Interpretativa |
| UA5: Aplicación. Indicar mezclas cotidianas que conocen. Explicar mezclas cotidianas más complejas | 9, 10, 11 | Interpretativa |

Tabla 2. Distribución de los ítems del cuestionario con las unidades de análisis

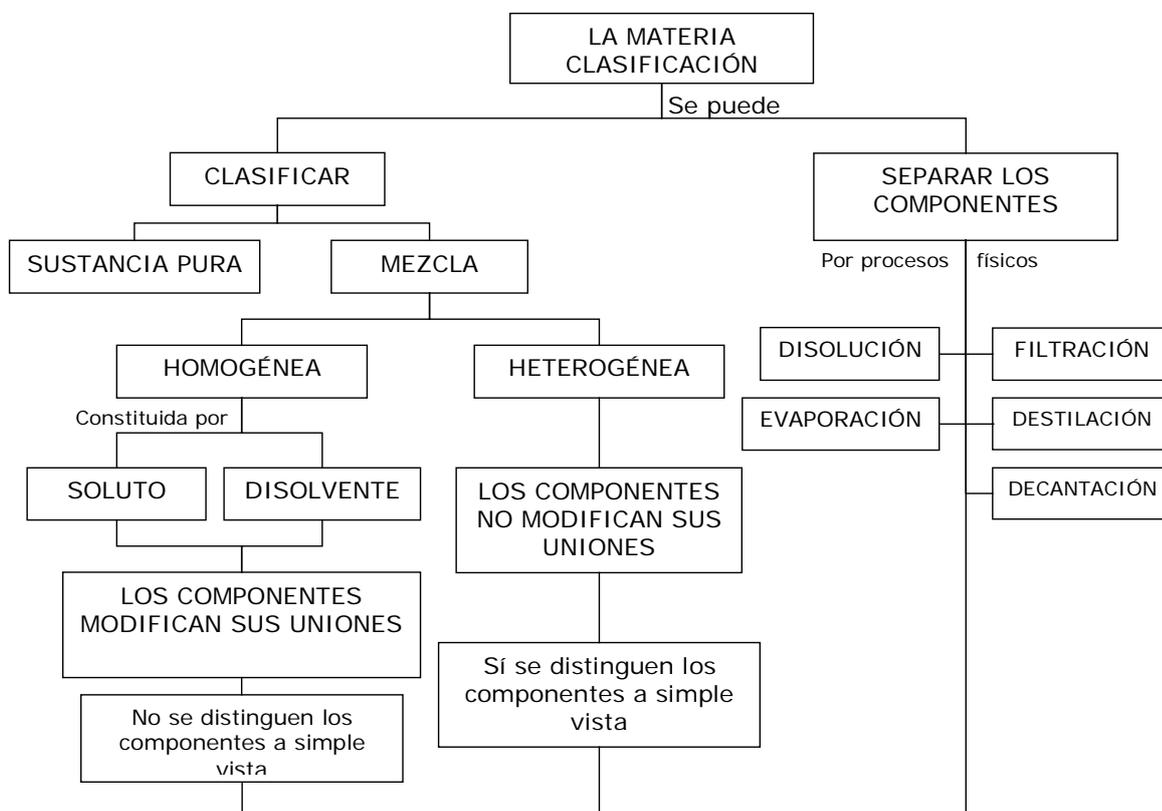
Procedimiento

El cuestionario se aplicó por el investigador, en presencia de su profesor, estimulando a los participantes con pruebas experienciales al final del primer trimestre del curso escolar y los participantes dispusieron de 45 minutos para la tarea.

Análisis de los textos obtenidos

La realidad que será analizada “no es algo de lo que podamos tener conocimiento directo. Es construida por los seres humanos y puede ser percibida y conceptualizada de diversas maneras” (Ravela, 2006 citado en Leymonié, 2009). El referente de la ciencia escolar tiene una connotación valorativa, ya que describe “lo deseable” o “lo que se pretende alcanzar”. Es ineludible tomar en

cuenta este aspecto a la hora de interpretar y analizar los resultados. Para proceder al análisis de las producciones escritas por los estudiantes utilizamos las unidades de análisis descritas anteriormente. Para elaborar los esquemas de pensamiento que activan los alumnos a lo largo del desarrollo de la secuencia de enseñanza, hemos definido el esquema referencial de la ciencia escolar (Esquema 1).



Esquema 1. Referente de la ciencia escolar. Clasificación de la materia

Para proceder al análisis de las producciones escritas de los alumnos es necesario en primer lugar segmentarlas siguiendo el criterio de las ideas expresadas. Como los textos objeto de este estudio, producidos por los participantes, en muchos casos están limitados por la capacidad para formar proposiciones y frases de forma coherente, obliga al investigador a adoptar unos criterios de análisis desde la perspectiva idiosincrásica de la naturaleza de los propios escritos.

La primera tarea consistió pues en identificar cada una de las ideas. Una primera visión de las producciones escritas ponía de manifiesto la ausencia casi total de articulación discursiva. En muchos casos no existen frases completas.

Una vez segmentadas las producciones escritas en ideas, se procedió a una primera clasificación atendiendo al criterio de relaciones científicas en diferentes categorías, para cada una de las unidades de análisis descritas en el instrumento: relaciones fundamentales y alejadas de la ciencia. La categoría de relaciones fundamentales parte de considerar la coherencia de la idea expresada con la ciencia. La categoría alejadas de la ciencia parte de considerar que la idea no tiene relación alguna con lo que dice la ciencia.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Sólo hemos considerado las producciones escritas en el cuestionario. Los resultados obtenidos han sido analizados por cada unidad de análisis y su relación con los objetivos de la investigación planteada.

En las unidades de análisis hay más número de respuestas que alumnos (algunos dan dos o más ideas).

El análisis de UA1 muestra que los estudiantes dan respuestas cortas, directas y sin entrar en detalles. Sólo el 11,8% utiliza vocabulario científico. La descripción de una mezcla homogénea les implica mayor dificultad, el 58,8% lo hace de una forma aceptable habiendo una gran dispersión en las respuestas. En la mayoría de los casos directamente intentan explicar lo que ocurre sin describirlo (Tabla 3).

En la unidad de análisis 2 tenemos una gran dispersión en las respuestas de los estudiantes (Tabla 4). Entre el 18% y 25% tienen respuestas acordes a la ciencia. La mayoría no dan una explicación de los fenómenos mostrados. Sucede así “porque sí”. Esto muestra que mantienen sus representaciones macroscópicas, basadas en lo que ven directamente. Conciben la materia como continua, estática y rígida, sin espacios vacíos entre sus partes. La idea principal que subyace en estas respuestas dadas es que cuando mezclamos sustancias sólidas, se ven a simple vista y, para que una “desaparezca” o se disuelva es necesario que una de ellas se encuentre en estado líquido.

| UA1-Pregunta 1: juntamos sustancias en A ¿Qué ocurre? | f | F |
|--|----|----|
| Se siguen viendo los garbanzos con el arroz | 8 | 8 |
| Se ven mezclados | 10 | 18 |
| Vemos garbanzos con arroz por encima | 1 | 19 |
| UA1-Pregunta 2: juntamos sustancias en B ¿Qué ocurre? | f | F |
| Relaciones fundamentales | | |
| Se ve transparente | 1 | 1 |
| Sólo se ve el agua | 1 | 2 |
| La sal no se ve | 3 | 5 |
| Al cabo de un tiempo se disuelve | 1 | 6 |
| La sal se disuelve | 1 | 7 |
| Sale agua son sal | 1 | 8 |
| Agua salada | 2 | 10 |
| Relaciones alejadas de la ciencia escolar | | |
| Sería agua | 2 | 2 |
| Que la sal desaparece | 2 | 4 |
| El agua se enturbia | 3 | 7 |

Tabla 3. UA1- Respuestas de 1 os estudiantes

| UA2-Pregunta 1: juntamos sustancias en A ¿Por qué ocurre? | f | F |
|---|---|---|
| Relaciones fundamentales | | |
| Porque no hay sustancia que disuelva o cambie el aspecto de las cosas | 1 | 1 |
| Porque no se disuelve nada | 1 | 2 |
| Relaciones alejadas de la ciencia escolar | | |
| Porque son sólidos | 1 | 1 |
| Porque se juntan | 4 | 5 |
| Porque no ha habido ningún líquido | 2 | 7 |
| Porque los hemos mezclado | 1 | 8 |
| Para hacer arroz con garbanzos | 1 | 9 |
| UA2-Pregunta 2: juntamos sustancias en B ¿Por qué ocurre? | f | F |
| Relaciones fundamentales | | |
| Porque el agua disuelve la sal | 2 | 2 |
| Porque el agua lleva unas sustancias que hace que se junte con la sal | 1 | 3 |
| Relaciones alejadas de la ciencia escolar | | |
| Porque se forma agua salada | 1 | 1 |
| Porque la sal es disolvente | 1 | 2 |
| Porque la sal no se ve | 1 | 3 |
| Porque los juntamos o mezclamos | 5 | 8 |
| Porque tiene mucha agua | 1 | 9 |

Tabla 4. UA2- Respuestas de 1 os estudiantes

En la unidad de análisis 3 casi la mitad de estudiantes indican que las dos mezclas realizadas son diferentes y su clasificación está relacionada con las concepciones científicas. Sólo el 36,4% de alumnos relacionan lo que observan con la clasificación que hacen después; el resto sigue intentando explicar por qué ocurren estos fenómenos (Tabla 5).

| UA3-Pregunta 3: Diferencias entre A y B | f | F | UA3-Pregunta 4: separar sustancias en A | f | F | UA3-Pregunta 5: separar sustancias en B | f | F |
|--|----|---|--|----|----|---|----|----|
| Sí | 13 | | Sí | 13 | | Sí | 1 | |
| No | 1 | | No | 1 | | No | 13 | |
| Relaciones fundamentales | | | Relaciones fundamentales | | | Relaciones fundamentales | | 0 |
| A: homogénea, B: heterogénea | 2 | 2 | Cogiendo una a una las sustancias | 3 | 3 | Relaciones alejadas de la ciencia escolar | | |
| A: no se disuelve nada, B: se disuelve | 1 | 3 | Separando los garbanzos del arroz | 4 | 7 | Porque la sal ya no se ve | 2 | 2 |
| A: se siguen viendo, B: no se ven | 3 | 6 | Porque los veo | 1 | 8 | Porque la sal se disuelve | 5 | 7 |
| Relaciones alejadas de la ciencia escolar | | | Quitándolas | 1 | 9 | Porque una vez metida en el agua no la puedes sacar | 1 | 8 |
| A: se mezcla todo y no pasa nada, B: la sal se moja y desaparece poco a poco | 1 | 1 | Quitando los garbanzos | 3 | 12 | Porque la sal desaparece | 1 | 9 |
| A: se pueden coger, B: se puede beber | 1 | 2 | Con las manos | 1 | 13 | Porque es líquido | 1 | 10 |
| La sal es disolvente y A es sólida | 1 | 3 | Porque son sólidos | 1 | 14 | Porque no puedo cogerlos | 1 | 11 |
| A: garbanzos, B: agua | 1 | 4 | Relaciones alejadas de la ciencia escolar | | 0 | Con un embudo | 1 | 12 |
| Son diferentes comidas. A sólida y B líquida | 1 | 5 | | | | | | |

Tabla 5. UA3-Respuestas de los estudiantes

En la mezcla heterogénea, casi todos, tienen claro que se pueden separar los componentes de la misma aunque, los argumentos que dan son muy pobres. En la mezcla homogénea 13 estudiantes opinan que la sal no se puede separar del agua. Esta última concepción nos lleva a pensar que los alumnos ni siquiera han tenido experiencias en las que hayan trabajado contenidos de tipo procedimental y, tampoco relacionan con situaciones semejantes a las aquí presentadas e incluso, no hay implicaciones CTS. En Murcia, durante los últimos años, hemos tenido y tenemos campañas de concienciación sobre el consumo de agua; se habla de las plantas desaladoras en la calle y en los medios de comunicación. Con este resultado comprobamos que no hay inferencias por parte de los estudiantes.

En la unidad de análisis 4 nos encontramos con gran dispersión en las respuestas. Esto se debe a que alrededor del 80% de estudiantes no describen lo que ocurriría sino que, de nuevo, quieren explicar el fenómeno (Tabla 6).

El análisis de las preguntas 6 y 7 pone de manifiesto que no entienden el mecanismo que provoca que unas sustancias se disuelvan o no en otras. Aparecen contradicciones en sus respuestas porque, anteriormente, pensaban que el agua era la responsable de que las sustancias “desaparecieran” o se disolvieran pero la pregunta 6 provoca que todo esto se les desestructure. En la pregunta 8 hay homogeneidad en las respuestas. La mayoría piensa que se puede añadir la cantidad de azúcar que queramos. Para ellos no existe límite alguno. Las explicaciones que dan son dispersas porque no tienen bien construido el mecanismo que se produce al mezclarse las sustancias. En algunas respuestas se pone de manifiesto que no relacionan con lo anterior, es decir, se les dice que añadimos azúcar centrándose en esto y olvidando que ya había sal.

| UA4-Pregunta 6: añadimos agua a la mezcla A, ¿qué ocurre? | f | F | UA4- Pregunta 7: añadimos azúcar a la mezcla B, ¿qué ocurre? | f | F | UA4-Pregunta 8: ¿Podemos añadir a B todo el azúcar que queramos? | f | F |
|---|---|----|--|---|----|--|---|----|
| Relaciones fundamentales | | | Relaciones fundamentales | | | Relaciones fundamentales | | |
| Hay agua, arroz y garbanzos | 2 | 2 | Que se disuelve | 5 | 5 | No | 4 | 4 |
| Se siguen viendo | 4 | 6 | Habría muchas mezclas | 1 | 6 | Hasta una cantidad moderada | 2 | 2 |
| Porque no se disuelve | 1 | 7 | Porque es como la sal | 3 | 9 | Relaciones alejadas de la ciencia | | |
| Relaciones alejadas de la ciencia | | | Relaciones alejadas de la ciencia | | | Sí | 9 | 9 |
| Que los garbanzos y/o arroz se mojan | 4 | 4 | Que desaparece | 2 | 2 | Porque se disolvería | 4 | 4 |
| Engordan | 2 | 6 | El azúcar queda abajo | 3 | 5 | Porque no desaparecería | 1 | 5 |
| El arroz o garbanzos se despellejan | 2 | 8 | El agua estaría dulce | 2 | 7 | Porque se pondría muy dulce | 1 | 6 |
| Los garbanzos se ponen blandos | 2 | 10 | El agua estaría más clara | 1 | 8 | Porque el azúcar se desgasta y no ocupa espacio | 1 | 7 |
| Hay agua y garbanzos | 1 | 11 | Sería agua normal | 1 | 9 | Llegaría un punto que se enturbiaría y no se vería | 1 | 8 |
| Los garbanzos flotan al cabo de un tiempo | 1 | 12 | Porque el agua es líquida | 1 | 10 | Porque superaría el agua | 1 | 9 |
| Nada | 2 | 14 | Porque forma agua dulce | 2 | 12 | Porque se llenaría el vaso de agua | 1 | 10 |
| Habría caldo | 1 | 15 | Porque no sucede lo mismo que con la sal | 1 | 13 | | | |
| | | | Porque lo has añadido todo | 1 | 14 | | | |
| | | | Porque le echamos azúcar | 2 | 16 | | | |
| | | | Porque la sal es marina y el azúcar no tiene esa sustancia | 1 | 17 | | | |

Tabla 6. UA4-Respuestas de los estudiantes

En la unidad de análisis 5 encontramos en las preguntas 9 y 10 que las respuestas son totalmente dispersas. Comprobamos que los ejemplos que ponen similares a la mezcla A son con sustancias de características semejantes; ponen legumbres, pasta y pan. En todos los casos son sustancias sólidas. No son capaces de poner ejemplos con sustancias en otro estado.

En los ejemplos que ponen similares a la mezcla B siempre hay una sustancia en estado líquido: agua, leche o algún refresco e incluso, en algunos casos, se trata de mezclas heterogéneas.

En la pregunta 11 (Tabla 7), las respuestas están divididas, casi la mitad dice que sí se distingue a simple vista el agua destilada y el agua salada y, la otra mitad opina que no. En todos los casos, se comprueba que no saben explicar cuál es la diferencia. De nuevo se manifiesta que no se describe lo observado. Pasan directamente a la interpretación.

| UA5-Pregunta 11: ¿Hay diferencia entre el agua destilada y el agua salada? | f | F |
|--|---|---|
| Relaciones fundamentales | | |
| Sí | 6 | 6 |
| El agua destilada no contiene sal | 2 | 2 |
| Relaciones alejadas de la ciencia escolar | | |
| No | 7 | 7 |
| El agua salada es más blanca que la destilada | 1 | 1 |
| Una es vapor y otra agua | 1 | 2 |
| El agua destilada no lleva oxígeno y la normal sí. | 1 | 3 |
| Una te la puedes beber y otra no | 1 | 4 |
| Porque es disolvente | 1 | 5 |
| El agua se vuelve invisible | 1 | 6 |
| Es transparente | 1 | 7 |

Tabla 7. UA5-Respuestas de los estudiantes

CONCLUSIONES

En relación con los objetivos planteados podemos destacar que el alumnado da respuestas cortas, directas y sin detalles. En ocasiones parecen telegramas les falta nexos de unión entre palabras. No entienden lo que se les pregunta. En muchas ocasiones dan explicaciones cuando se les dice que describan lo que ven. No utilizan términos dados en ciencias como es mezcla homogénea, heterogénea y muy pocos utilizan el término disolver. No manejan el término solubilidad.

Del análisis de las respuestas dadas, podemos destacar que aunque, algunos son capaces de describir qué se observa en la mezcla A y B, tenían dificultades para justificar lo que ocurre. Usan unos razonamientos basados en los estados de la materia y no en la propia estructura de la misma. Esto hace que cuando tienen que predecir otras situaciones, su razonamiento no sirva. Esto pone de manifiesto que en educación primaria no se trabaja la materia a nivel microscópico.

No aplican la metodología científica. Confunden observar con interpretar y, no suelen relacionar las situaciones de predicción con las observadas o dadas inicialmente.

Cuando se les pide que den ejemplos similares aplican su razonamiento basado en los estados de la materia aunque en las predicciones no haya funcionado. Así consideran que una mezcla será heterogénea siempre que se mezclen sustancias sólidas y será homogénea cuando una de las sustancias se encuentre en estado líquido. Evidentemente, algunos de los ejemplos dados son erróneos.

A la vista de las respuestas dadas en las preguntas 4, 5 y 8 podemos destacar que el alumnado presenta unas habilidades manipulativas escasas y deficientes. Casi todo el alumnado cree que la sal no se puede separar del agua. Esto nos lleva a creer que nunca lo han realizado. Ni siquiera presentan inferencias CTS. Por otro lado, si la mayoría considera que podemos añadir toda la cantidad de azúcar que queramos (sin límite alguno) a una determinada cantidad de agua es porque nunca lo han experimentado.

Hemos analizado las concepciones alternativas de los estudiantes que finalizan la Educación Primaria, sobre las mezclas de sustancias. Comprobamos que siguen estando arraigadas ideas alejadas de la ciencia y, también alejadas del marco teórico que expusimos inicialmente. En los años '90 y, entrado el siglo XXI hemos tenido reformas en los currículos en los que se habla de una enseñanza en la que hay un aprendizaje significativo entendido bajo un enfoque de construcción de los conceptos científicos que se realiza a partir de las ideas previas que tienen los estudiantes, y en los procesos de cambio conceptual, procedimental y actitudinal. Sin embargo, parece ser que la realidad de lo que acontece en las aulas se aleja de lo que expresan los currículos.

No cabe duda de que es necesaria más investigación que ponga de manifiesto qué es lo que sabe el estudiante y se propongan nuevas estrategias metodológicas para abordar una enseñanza de la ciencia eficaz y acorde con los planteamientos teóricos. Éstos apuntan en una determinada dirección desde hace más de treinta años, habría que investigar si seguimos o no con una enseñanza por transmisión de conocimientos a pesar de que se hayan incorporado las TIC en las aulas, o si realmente llevamos a cabo una enseñanza por aprendizaje significativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benarroch, A. (2000a). Del modelo cinético-corpúscular a los modelos atómicos. Reflexiones didácticas. *Alambique*, 23, 95-108.

Benarroch, A. (2000b). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpúscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 235-246.

Benarroch, A. (2000c). La teoría cinético-corpúscular de la materia y su justificación en el currículum obligatorio. Melilla. *Publicaciones*, 30, 149-168.

Carretero, M., Limón, M. (1997). Problemas actuales del constructivismo. *De la teoría a la práctica. La construcción del conocimiento escolar*. Paidós. 1ª edición, 137-154.

Decreto 286/2007 de 7 de septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. BORM del 12 de septiembre de 2007.

Falicoff, C.B., Ortolani, A.E., Odetti, H.S., Domínguez Castiñeiras, J.M. (2008). Secuencia de enseñanza sobre el tema disoluciones: resultados de su aplicación. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 843-849.

Gómez, M.A. (2005). E.A.O. y enseñanza de los modelos microscópicos en química. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005. número extra. VII congreso.

Leymoní, J. (2009). Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. 2º estudio regional comparativo y explicativo. Publicación de la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe y del Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación.

Martínez, C., García, S., Rivadulla, J.C. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de primaria y secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 137-155.

ANEXO 1

CUESTIONARIO ALUMNOS



Responde a las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué ocurre si juntamos las sustancias en A? ¿Por qué crees que ocurre esto?
2. ¿Qué ocurre si mezclamos las sustancias en B? ¿Por qué crees que ocurre esto?
3. ¿Existe alguna diferencia entre la mezcla A y la B? ¿Cómo las clasificarías?
4. ¿Podríamos separar de nuevo las sustancias de A? ¿Cómo?
5. ¿Podríamos separar de nuevo las sustancias de B? ¿Cómo?
6. ¿Qué ocurrirá si a la mezcla A añadimos agua? ¿Por qué?
7. ¿Qué ocurrirá si a la mezcla B añadimos azúcar? ¿Por qué?
8. ¿Podríamos añadir a la mezcla B la cantidad que quisiéramos de azúcar? ¿Por qué?
9. Escribe tres ejemplos similares a la mezcla A, con sustancias distintas.
Ejemplo 1:
Ejemplo 2:
Ejemplo 3:
10. Escribe tres ejemplos similares a la mezcla B, con sustancias distintas.
Ejemplo 1:
Ejemplo 2:
Ejemplo 3:
11. ¿Existe alguna diferencia entre el agua destilada y el agua salada a simple vista?
Y, ¿a otro nivel? ¿Por qué?

El desarrollo de la competencia en reconocer y usar pruebas a partir del estudio de las caries en primaria.

Mayerhofer, N. y Márquez, C.

*Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals.
Universitat Autònoma de Barcelona.*

natasha.mayerhofer@campus.uab.cat

RESUMEN

En esta investigación el fenómeno de estudio son los microorganismos concretamente las bacterias y su acción en la producción de caries y del yogurt. El objetivo del trabajo es identificar la progresión de aprendizaje de alumnos/as de 7 años, del segundo curso de primaria, en relación al reconocimiento de las bacterias como seres vivos, en un contexto de educación para la salud, concretamente en la prevención de las caries. Participaron de la investigación 25 alumnos. Presentamos los resultados de la primera y la tercera sesión de la unidad didáctica constituida de cuatro sesiones. En un primer momento, los alumnos presentan sus ideas intuitivas iniciando el proceso de progresión de aprendizaje identificando algunos elementos participantes del desarrollo de las caries y del modelo ser vivo como el caramelo, por ejemplo. Poco a poco los estudiantes fueron mejorando y avanzando sus modelos, generando nuevos conocimientos y comunicando su comprensión a través del cambio de idea de un “bicho” por la presencia de bacterias en la boca y que éstas necesitan alimentarse, relacionando el azúcar de los caramelos pero sin poder explicar cómo esto ocurre, además de hablar de reproducción de manera simplificada, es decir, la bacteria se divide o se multiplica, como podemos observar en algunas afirmaciones presentadas como ejemplos en el este artículo.

Palabras clave

Progresión de aprendizaje; microorganismos; caries; pruebas; educación primaria.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias actualmente está direccionando sus investigaciones al uso de modelos científicos en aulas de primaria y secundaria, dónde se presentan resultados de la influencia positiva en el desarrollo del conocimiento científico de los estudiantes. Los modelos son propuestos con el objetivo de participar en la construcción de la comprensión del conocimiento de forma flexible. Para que los niños se apoyan en ellos para organizar sus ideas e interpretaciones de un fenómeno complejo (Acher y Arcà, 2006). Así como Schwarz et al. (2009) consideramos que los modelos científicos deben incluir a los elementos de la práctica (construcción, uso, evaluación y revisión de los modelos científicos) y el metaconocimiento que guía y motiva a la práctica. Sin embargo, los modelos científicos son todavía poco utilizados en las experiencias educativas de primaria y secundaria (Schwarz et al., 2009). Según Windschitl, Thompson y Braaten (2008) el uso de modelos suele producirse en clases con alumnos de edad más avanzada y principalmente con fines ilustrativos o de comunicación, hecho que limita la riqueza epistemológica de la práctica científica.

No obstante consideramos que el uso de modelos científicos puede incorporarse desde las edades más tempranas ya que los alumnos de cualquier edad, ante el fenómeno objeto de estudio expresan, contrastan y ponen a prueba sus modelos iniciales. El papel del maestro será fundamental para guiar la progresión de las representaciones iniciales hacia modelos aceptados y consensuados por la

comunidad científica. Asimismo, esta expresión de las ideas debe ser multimodal. Es decir, que la construcción y evolución de los significados se fundamenta a través de palabras, diagramas, dibujos, imágenes, fórmulas y experimentos (Márquez et al, 2006)

En esta investigación el fenómeno de estudio son los microorganismos concretamente las bacterias y su acción en la producción de caries y del yogurt. En el curso anterior los alumnos estudiaron las condiciones para poder tener y cuidar un conejo en el aula. Llegaron a formalizar las funciones básicas de los seres vivos – nutrición, relación y reproducción – y las reconocieron y concretaron en el caso del conejo. Un año después se pretende que reconozcan a las bacterias como seres vivos a partir de usar y evaluar pruebas relacionadas con el modelo ser vivo. También que sean capaces de valorar las ventajas e inconvenientes de la actividad de determinadas bacterias.

El objetivo de este trabajo es identificar la progresión de aprendizaje de alumnos/as de 7 años, del segundo curso de primaria, en relación al reconocimiento de las bacterias como seres vivos, en un contexto de educación para la salud, concretamente en la prevención de las caries.

Las preguntas de investigación es:

- ¿Qué elementos e interacciones se identifican en el proceso de progresión de aprendizaje en una intervención didáctica en la que se trabaja de manera explícita la relación entre bacterias y el modelo ser vivo?

METODOLOGÍA, PARTICIPANTES Y RECOGIDA DE DATOS

Conjuntamente con la profesora se diseñó una unidad didáctica de cuatro sesiones. En la figura 1 se presenta la estructura de la unidad didáctica de manera simplificada:

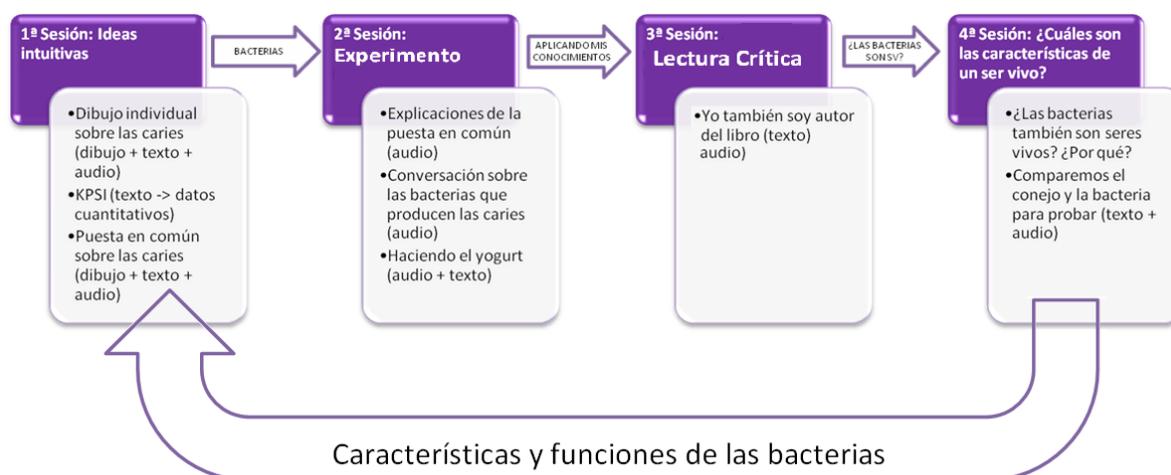


Figura 1: Estructura de la unidad didáctica.

1ª sesión: Dibujo y explicación de la evolución de las caries y de los factores que influyen en este desarrollo. Identificación de las **ideas intuitivas** de los alumnos y alumnas utilizando una plantilla dónde tenían que dibujar la evolución de las caries y qué factores influyen en el proceso, explicando qué habían dibujado. (Parte analizada en esta comunicación)

2ª Sesión: Prácticas de laboratorio: realización un **experimento** para estimular al alumnado a la indagación sobre las funciones del ser vivo: discutimos cómo se nutre, se relaciona y se reproduce un microorganismo. Enfatizamos la existencia de microorganismos nocivos y beneficiosos, haciendo la relación entre las bacterias que participan en el proceso de las caries y las que participan en la producción de yogurt.

3ª Sesión: El alumnado hizo una **lectura crítica** de un libro diseñado por la investigadora donde ellos participaban en la historia a través de responder las preguntas que habían a lo largo de la historia. (Parte analizada en esta comunicación)

4ª Sesión: En esta sesión trabajamos las **conclusiones** del estudio. Pedimos al alumnado que escribiera individualmente las diferencias y similitudes de una bacteria y un conejo, pensando específicamente en los aspectos importantes que les definían como seres vivos. El conejo fue utilizado como modelo de ser vivo en el curso anterior.

Nos basamos en Schwarz et al. (2009) para justificar el diseño de la intervención. Según los autores, para que una intervención sea favorable al desarrollo de los modelos iniciales del alumnado debe estar fuertemente basada en los fenómenos, se debe introducir cuestiones de conducción. Además debe permitir la construcción de un modelo inicial donde se pueda expresar una idea o hipótesis con la finalidad de discutir la utilidad y la naturaleza del modelo. Así mismo proponen que se deben investigar los fenómenos y explicarlos utilizando el modelo, finalizando la intervención con la evaluación, prueba y revisión del modelo. En nuestro caso el modelo son las bacterias como ser vivo, más concretamente las bacterias de las caries y del yogur. El objetivo es posibilitar al alumnado la explicación de los mismos fenómenos en situaciones distintas.

En esta investigación han participado 25 alumnos – 13 niños y 12 niñas – en su mayoría de 7 años de edad. Los datos que se han obtenido son: las producciones escritas de los estudiantes de las cuatro sesiones, las grabaciones en audio de las sesiones de clase, y un cuestionario individual tipo KPSI - (Knowledge and Prior Study Inventory) utilizado al inicio y al final de la intervención con el objetivo de identificar posibles avances conceptuales en la construcción del conocimiento.

En este trabajo se presentan los resultados de la primera y la tercera sesión de la unidad didáctica. El análisis de los datos de la primera actividad permitirá ver cuales son los modelos iniciales de los alumnos y que pruebas utilizan para fundamentar sus afirmaciones (Sensévy et al., 2008) y a través del análisis de la tercera actividad observar qué cambios ha experimentado el modelo y las pruebas tras la actividad experimental.

El análisis de las respuestas se basa en la construcción de redes sistémicas (Bliss et al., 1983). Las categorías básicas de análisis hacen referencia a los *elementos* (Ogborn et al., 2002) y a los *procesos de interacción* que aparecen en el dibujo o en el texto elaborado por los alumnos (Mayerhofer y Márquez, 2009).

RESULTADOS:

Actividad 1: Elementos e interacciones que manifiestan los alumnos en sus modelos iniciales

A través del dibujo de la formación y evolución de las caries los alumnos fueron capaces de identificar algunos de los elementos que participan en el proceso como son: el caramelo, el azúcar, las bacterias, los bichitos, y el hueco formado por la destrucción dental. Estos elementos interactúan entre sí generando *procesos de interacción*, es decir el consumo de dulces, la falta de higiene dental y las bacterias están relacionados con el desarrollo de las caries como podemos ver en el ejemplo (figura 3). En este caso un niño dibuja un caramelo en la fase inicial indicando que al comerlo ha hecho que se iniciara el proceso de destrucción dental, describiendo en su texto este proceso:

“un bicho que se come el diente, hace como huequitos”

De forma oral también citan otros elementos implicados en el cuidado de las caries, que podríamos clasificar de tipo social o cultural, como es el hecho de ir al dentista, aunque reconozcan que es caro *“ir al dentista para curar las caries es muy caro”*.

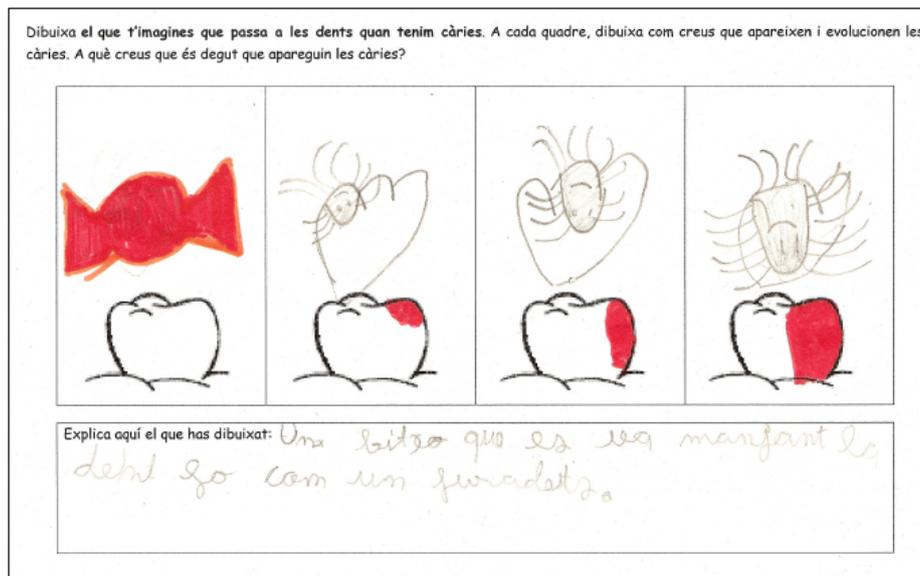


Figura 3: Actividad: la evolución de la caries dibujado por Juan, 7 años.

En la primera sesión el alumnado **no reconoce** de manera mayoritaria la presencia de bacterias en la boca ni que las bacterias son seres vivos y que participan activamente del proceso y desarrollo de las caries. Los alumnos **identifican** y nombran “un bichito” y lo relacionan con el azúcar y la falta de higiene, pero sin consideran que éstos son los elementos que proporcionan un medio favorable para el desarrollo y reproducción de bacterias.

En un primer momento, los alumnos presentan sus ideas intuitivas iniciando el proceso de progresión de aprendizaje identificando algunos elementos participantes del desarrollo de las caries y del modelo ser vivo como el caramelo, por ejemplo.

Actividad 3: Elementos e interacciones que manifiestan los alumnos tras la actividad experimental

En la tercera sesión los estudiantes han contestado las preguntas presentes a lo largo del libro. A continuación presentamos las redes sistémicas construidas a partir de las respuestas de los niños y niñas en cada cuestión:

A) *¿Por qué crees que dicen que los alimentos dulces son los enemigos de los dientes? Y ¿por qué comer sano y cepillarse los dientes son los amigos?*

Ésta cuestión hace referencia a las páginas anteriores dónde se presentan algunos alimentos como pasteles, refresco, caramelos, etc. diciendo que son considerados los enemigos de la buena salud y de los dientes, en otra página se presentan cepillos de dientes, hilo dental, verduras, etc. con la afirmación de que éstos son los amigos, basándose en estas afirmaciones los estudiantes tenían que justificarlas de forma textual.

| ELEMENTOS Y PROCESOS DE INTERACCIÓN ENUNCIADOS | | | | Categoría | Frecuencia | % | |
|---|------------------------------------|---------------------------------|-----------|--------------------|------------|------|------|
| | boca hay bacterias | | | 1 | 2 | 8,0 | |
| | azúcar hace daño a los dientes | | | 2 | 2 | 8,0 | |
| Razones porqué los alimentos dulces son los enemigos de los dientes | Alimento | los dulces tienen azúcar | | 3 | 8 | 32,0 | |
| | | crean / produce las caries | | 4 | 8 | 32,0 | |
| | | el dulce/ azúcar es el alimento | caries | 5 | 4 | 16,0 | |
| | | | bacterias | 6 | 6 | 24,0 | |
| | Higiene | limpia los dientes | | 7 | 2 | 8,0 | |
| | | hace bien para la salud | | 8 | 2 | 8,0 | |
| cepillarse elimina | | suciedad | 9 | 2 | 8,0 | | |
| | | caries | 10 | 2 | 8,0 | | |
| comida de las bacterias | | 11 | 6 | 24,0 | | | |
| Bacteria | necesita alimento | | 12 | 4 | 16,0 | | |
| | se reproduce | se divide | 13 | 4 | 16,0 | | |
| | | se multiplica | 14 | 4 | 16,0 | | |
| Procesos de interacción | si come más azúcar | la bacteria crece más | se divide | produce más caries | 15 | 4 | 16,0 |
| | | la caries crece más | | | 16 | 2 | 8,0 |
| | | tendrás más bacterias | 17 | 2 | 8,0 | | |
| Razones porqué los alimentos sanos son los amigos de los dientes | sano no | produce las caries | | 18 | 8 | 32,0 | |
| | | no es alimento de las bacterias | | 19 | 2 | 8,0 | |
| Conceptos | confusión entre caries y bacterias | | | 20 | 10 | 40,0 | |

Tabla 1: Elementos enunciados en la pregunta A.

Con base a las respuestas, observamos que los niños y niñas presentan una diversidad muy grande para justificar porque los alimentos dulces son los “enemigos” como el hecho de los alimentos dulces contener azúcar o por el hecho de ser el alimento de las bacterias. Además explican que las bacterias necesitan este alimento para reproducirse. Sin embargo, para justificar porque los alimentos sanos son los “amigos”, simplemente afirman que no produce las caries o que no sirven de alimento para las bacterias, como podemos observar en el siguiente ejemplo.

“Porque el azúcar es el alimento que hace que las bacterias sean más grandes, y entonces se parten por la mitad y se hacen más bacterias y se producen las caries. Son amigos porque limpian los dientes y eliminan las caries.” (Adolfo y Leticia, 7 años)

B) *¿Cómo puedes explicar que comer muchos caramelos, así siempre hace que se produzcan caries?*

| ELEMENTOS ENUNCIADOS | | Categoría | Frecuencia | % | |
|--|----------------|----------------------------------|------------|------|------|
| Comer muchos caramelos nos produce caries por | Limpieza | no cepillar bien | 1 | 4 | 16,0 |
| | | queda azúcar | 2 | 4 | 16,0 |
| | | queda bacterias | 3 | 2 | 8,0 |
| | Azúcar | está en los dulces | 4 | 8 | 32,0 |
| | | alimento de las bacterias | 5 | 10 | 40,0 |
| | | influyen en la reproducción | 6 | 6 | 24,0 |
| | | "crea" la caries | 7 | 2 | 8,0 |
| | Bacterias | "hace" las caries | 8 | 2 | 8,0 |
| | | se reproduce/ divide | 9 | 4 | 16,0 |
| | | se nutre (se alimenta de azúcar) | 10 | 10 | 40,0 |
| Bicho | come el diente | 11 | 2 | 8,0 | |
| Repiten la pregunta/ Sin coherencia | | 12 | 4 | 16,0 | |

Tabla 2: Elementos enunciados en la pregunta B.

El alumnado explica que comer muchos caramelos, casi siempre hace que nos produzcan las caries principalmente por la higienización incorrecta de la boca (...*si no cepilla bien los dientes*), la presencia de azúcar (...*pues que se guardan en los dientes*) y de las bacterias (*aunque te limpies los dientes se te que dan las bacterias*). Estas tres grandes categorías se subdividen en otras que se relacionan entre sí como se puede observar en la siguiente contestación:

"Pues, porque los caramelos llevan azúcar y el azúcar es la comida de las bacterias de los dientes y entonces comen y comen y se producen más y más". (Bianca y Berta, 7 años)

C) *¿Crees que comer muchos dulces puede hacerte daño a otras partes del cuerpo o sólo a los dientes?*

| ELEMENTOS ENUNCIADOS | | Categoría | Frecuencia | % | |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------|------|------|
| Barriga | Barriga | 1 | 6 | 24,0 | |
| | porque está conectada a los dientes | 2 | 2 | 8,0 | |
| | por comer tanto | 3 | 2 | 8,0 | |
| | te engorda | 4 | 8 | 32,0 | |
| | porque no es bueno tanto azúcar | 5 | 2 | 8,0 | |
| Estómago | enfermedad | no puedes correr ni saltar | 6 | 2 | 8,0 |
| | | no te sientes bien | 7 | 2 | 8,0 |
| | | te puede poner malo | 8 | 2 | 8,0 |
| | | te duele | 9 | 4 | 16,0 |
| | | 10 | 2 | 8,0 | |
| Dientes | Dientes | 11 | 6 | 24,0 | |
| | Hay bacterias dentales | 12 | 2 | 8,0 | |
| Caries | | 13 | 2 | 8,0 | |

Tabla 3: Elementos enunciados en la pregunta C.

El alumnado presenta en esta cuestión una respuesta básica, *Barriga*, justificando de diversas maneras el porqué ésta es la otra parte del cuerpo afectada por la cantidad de ingestión de caramelos, desde el aparato digestivo “*porque e stá c onectada a l os di entes*”, hasta las consecuencias “*no puedes correr ni saltar*” evidenciando la capacidad de **revisión** del modelo del cuerpo humano.

CONCLUSIONES

Observamos que el alumnado demostró a través del dibujo sus ideas intuitivas sobre las caries y la participación de los caramelos en este proceso, **reconociendo** algunos elementos iniciando la **construcción** del modelo y dando un primer paso en el proceso de progresión de aprendizaje.

El siguiente paso fue demostrar la capacidad de **reconocer** algunos factores que influyen en la producción de las caries, **evaluando** las pruebas (azúcar, bacterias, falta de higiene...), **usándolas** para comprobar al menos dos aspectos del modelo ser vivo (reproducción y nutrición) atribuyéndolos a las bacterias, demostrando la capacidad de construir, usar y revisar el modelo ser vivo.

Poco a poco los estudiantes fueron mejorando y avanzando sus modelos, generando nuevos conocimientos y comunicando su comprensión a través del cambio de idea de un “*bicho*” por la presencia de bacterias en la boca y que éstas necesitan alimentarse, relacionando el azúcar de los caramelos pero sin poder explicar cómo esto ocurre, además de hablar de reproducción de manera simplificada, es decir, la bacteria se divide o se multiplica, como podemos observar en la siguiente afirmación:

“El azúcar de los dulces alimenta a las bacterias se van dividiendo y se hace las caries”
(Leonor y Lázaro, 7 años)

BIBLIOGRAFÍA

- Acher, A., Arca, M. (2006). Children’s representations in modeling scientific knowledge construction. In C. Andersen, M. N. Scheuer, M. P. Perez Echeverria, & E. Teubal (Eds.), *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Bliss, J., Monk, M., Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research*. London: Croom Helm.
- Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2006). Multimodal science teachers’ discourse in modeling the water cycle. *Science Education*. 90 (2): 202 – 226.
- Mayerhofer, N., Márquez, C. (2009) La influencia de la palabra microbio en las representaciones iniciales de alumnos de primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, vol. extra*. Barcelona, España.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I y McGillicuddy, K. (2002). *Formas de explicar: La enseñanza de las ciencias en Secundaria*. Madrid, España: Ed. Santillana.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L. O., Acher, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B. y Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression of scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*. 46 (6): 632-654.
- Sensévy, G., Tiberghien, A., Santini, J.; Laube, S., Griggs, P., (2008). An epistemological approach to modeling: cases studies and implications for science teaching. *Science Education*, 92, p. 424-446.

Windschitl, M., Thompson, J., Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92 (5): 941–967.

ⁱ Las autoras agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación EDU 2009-13890-C02-02 por el financiamiento económico recibido

La planificación de la enseñanza problematizada de la óptica en el Bachillerato

Osuna García, L., Martínez Torregrosa, J., Álvarez Jubete, E.

Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante.

luis.osuna@ua.es

RESUMEN

La planificación de la enseñanza problematizada de los temas requiere seleccionar qué nos gustaría conseguir con nuestros alumnos en el tema a tratar, un problema estructurante e identificar grandes pasos que permitan avanzar en su solución y posibles obstáculos asociados. Estas decisiones requieren de un estudio histórico, epistemológico y una revisión de la investigación didáctica ya realizada en el campo. En este trabajo presentamos un resumen de este estudio para la enseñanza de la óptica en el bachillerato y algunos resultados iniciales.

Palabras clave:

Enseñanza problematizada, modelo de visión, obstáculo conceptual, óptica, bachillerato.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la óptica en el bachillerato español se organiza, habitualmente, en dos bloques y los libros de texto la presentan, con casi nula conexión, en un tema de óptica física y otro de óptica geométrica. En la primera parte se derivan las leyes de la propagación de la luz a partir de su naturaleza ondulatoria y electromagnética y, en la segunda, se aplican las consecuencias geométricas de estas leyes para explicar la formación de imágenes y el funcionamiento de los instrumentos ópticos, incluido el ojo humano. Los manuales universitarios también presentan, mayoritariamente, esta organización de la óptica (Perales, 1987).

Por otro lado, diferentes trabajos han mostrado que los estudiantes, de diferentes edades, tienen ideas fuertemente arraigadas que dificultan la aceptación de las ideas científicas en este campo y que la enseñanza habitual no consigue una comprensión en profundidad de los conceptos implicados en la óptica (Galili y Hazan., 2000; Goldberg y McDermott, 1987). Esto sugiere la necesidad de un estudio didáctico en profundidad en este campo de la Física para este nivel de enseñanza.

La pretensión de nuestro equipo de trabajo es realizar una planificación de la enseñanza de la óptica que responda a una estructura de investigación orientada (Gil, 1993; Martínez-Torregrosa et al., 1993; Verdú et al., 2002). Para lograr este objetivo venimos desarrollando un protocolo de planificación en el que partiendo de un estudio histórico y epistemológico damos respuesta a las cuestiones:

1. ¿Qué conocimientos nos gustaría que aprendieran nuestros alumnos sobre el tema? (deben tener suficiente capacidad explicativa y predictiva como para ser objetivo de la enseñanza) ¿Qué problema o problemas podrían ser adecuados para organizarla? Lo que permitirá identificar la **meta orientadora** u objetivo clave y el **problema estructurante**.
2. ¿Cuáles son/fueron las ideas que contribuyen/contribuyeron a solucionar el problema y cuáles los obstáculos que hay/hubo que superar? Las respuestas a estas preguntas permitirán

identificar las **metas parciales** y prever dificultades u obstáculos que pueden tener nuestros alumnos para apropiarse de las ideas necesarias para avanzar en el problema.

3. ¿Qué estrategia seguir para avanzar en la solución al problema planteado? Se trata de proponer un posible **índice** que responda a una lógica de investigación, junto con un itinerario de enseñanza y otro de evaluación del avance logrado en el aprendizaje.

En este trabajo presentamos nuestras respuestas a las preguntas planteadas para el tema de óptica en el bachillerato. La relevancia didáctica de esta planificación deberá ser avalada por estudios empíricos que muestren que los obstáculos previstos existen, tanto antes como después de la enseñanza, y no son contemplados en la enseñanza habitual.

ANÁLISIS HISTÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO DE LA ÓPTICA

La óptica se originó y desarrolló en un intento de comprender la visión humana. En los diferentes modelos de visión se asignó un “estatus” a la luz sin necesidad de abordar, inicialmente, el problema de su naturaleza.

Entre los historiadores es habitual afirmar que la “síntesis de Maxwell” unificó los fenómenos eléctricos y magnéticos y permitió desarrollar toda la teoría de las ondas electromagnéticas, incluyendo la luz. Por lo que, a partir de Maxwell, otra parcela de la física, hasta entonces independiente, la óptica, quedó en cierta medida englobada en el electromagnetismo (Beléndez, 2008). Ese punto de vista, sin embargo, pierde su sentido si se analiza la evolución de las ideas a lo largo de los siglos. La óptica física puede considerarse como un apéndice del electromagnetismo; pero no la óptica “antropomórfica”, o la óptica que ha sido entendida desde antiguo como la ciencia de la visión. La óptica, de esta forma, participa de la física, de la fisiología y de la psicología; es una ciencia compleja que debe tener en cuenta la contribución de las tres disciplinas (Ronchi, 1957).

Las ideas sobre cómo se produce la visión humana y la función que desempeña la luz han sido objeto de controversia y de cambios drásticos a lo largo de la historia (Ferraz, 1974). El modelo histórico más sencillo que tiene suficiente coherencia y poder explicativo como para ser objeto de enseñanza es el modelo de visión de Kepler, que es el que, típicamente, se trata de enseñar en el bachillerato, aunque se suele omitir su nombre. Kepler (1604), introdujo un concepto de *imagen óptica* y un proceso para su formación que superó las incoherencias de los modelos anteriores y que, aún hoy día, es funcional, es decir, puede utilizarse para explicar y realizar predicciones sobre la visión directa e indirecta de los objetos.

Presentamos, brevemente, la evolución de las ideas que condujeron a este modelo y las limitaciones que surgieron después de él:

- Los modelos de visión de los antiguos filósofos griegos no consideraban la luz como un intermediario entre el objeto que es visto y el ojo del observador para producir la sensación de la visión. Ésta se producía, o bien, al entrar en contacto un “*fuego visual*” con el objeto que es visto, o bien cuando una especie de imagen, *eidola*, emitida por el objeto, alcanzaba el ojo del observador.
- El modelo de visión de Alhazen (s. XI), dota a la luz de un papel decisivo: cada punto del objeto emite un rayo de luz que es portador de un minúsculo trozo de la imagen que llega al ojo para ser visto. Cada punto del objeto es emisor de un innumerable número de rayos que salen en todas las direcciones. Para ellos, el ojo es similar a un instrumento óptico muy utilizado en la época: la cámara oscura. Se supera con él, además, la controversia medieval que separaba la luz en dos entes distintos: uno, el *lux*, responsable de la sensación de claridad y de carácter subjetivo, y, otro, el *lumen*, como el agente causante de esa sensación de naturaleza desconocida.

- En el modelo de visión de Kepler el objeto es considerado un conjunto de infinitas fuentes luminosas puntuales que emiten esferas de luz que se expanden propagándose en el espacio instantáneamente. El ojo es modelizado como un sistema óptico formado por una lente convergente y una pantalla. La imagen óptica de un punto del objeto se forma cuando el haz divergente de luz procedente de él se concentra en un punto de la retina. El papel de la pupila está aquí claramente explicado, la pupila es un diafragma que regula y limita el haz de luz y, por tanto, la intensidad de la imagen retiniana. Esta imagen retiniana es la que provoca la imagen mental que es, a la postre, lo que significa *ver*.

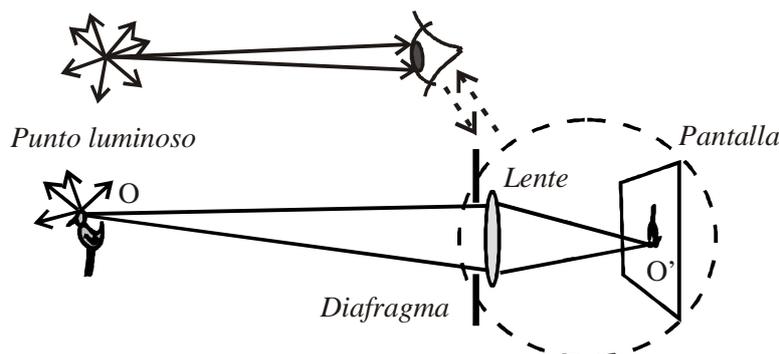


Figura 1: Esquema del modelo de visión de Kepler

El punto de partida de la elaboración de este modelo fue la necesidad de responder a problemas que las observaciones con la cámara oscura planteaban a los modelos anteriores. En concreto, Kepler, superando el modelo de rayo de luz de Alhazen y considerando haces divergentes de luz emitidos desde cada punto, se planteó, y dio respuesta, a cuestiones observacionales del tipo: ¿por qué la forma del agujero de la cámara oscura no influye en la forma de la “imagen” del objeto que se ve en la pantalla? o ¿por qué el diámetro del disco lunar medido en una cámara oscura durante un eclipse de Sol era menor que cuando se medía en fase de Luna llena?

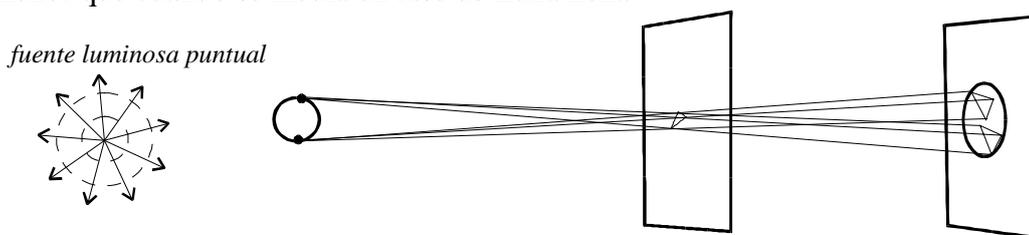


Figura 2: Interpretación de Kepler del funcionamiento de la cámara oscura

En el caso de la visión indirecta (cuando miramos a un espejo, a través de una lente, a un objeto sumergido, etc.), el ojo localiza la posición de lo que ve en el vértice del cono divergente u origen geométrico del haz de luz que le llega. Esa imagen es denominada “virtual” porque la luz no procede del lugar desde donde parece. Exactamente, únicamente el espejo plano es capaz de conseguir esta precisión. Es decir, aplicando las leyes de la reflexión y refracción, los haces de luz, después de interactuar con los sistemas ópticos, no convergen en un punto. De acuerdo con el modelo de Kepler, en estos casos, no hay imagen y, sin embargo, dentro de ciertos límites, las imágenes se ven exactamente igual. Los especialistas empezaron a hablar de aberraciones, que son, desde este punto de vista, limitaciones de ese modelo.

El hecho de que no podamos distinguir si la figura que vemos es una imagen óptica o es una imagen con pequeñas aberraciones, obliga a incluir en la ciencia de la visión conocimientos de otras disciplinas:

- a) Desde la fisiología, lo que llamamos “punto” imagen, ocupa, en realidad, en la retina, la superficie de tres conos (Huebner y Smith, 1994). Si la mancha luminosa producida en la pantalla de la cámara oscura es suficientemente pequeña, la luz difundida desde cualquier punto de dicha mancha converge en la retina en un área menor que la superficie de tres conos, lo que es interpretado como si proviniera de un solo punto.
- b) Cuando se reduce el agujero de la cámara, o por donde entra la luz a cualquier otro sistema óptico, en un intento de mejorar la calidad de esa “pseudoimagen”, aparecen fenómenos de irrisación de los bordes y franjas de distinta intensidad que plantean la necesidad de estudiar qué es la luz, ese ente que participa en la visión de forma tan bien conocida y de naturaleza tan esquiva.

Estas dos razones justifican, por sí mismas, la necesidad de incorporar estos estudios para comprender la visión humana, pero, además, quedan aspectos tan importantes por explicar, como la visión del color, que el modelo de Kepler no contempla.

El estudio de la naturaleza de la luz se inició, casi al mismo tiempo que se tuvo una explicación consistente de la visión humana. La primera cuestión que ocupó a los científicos fue dilucidar si la luz es de naturaleza “sustancial”. Huygens (1690), en oposición a esta concepción, justificó su hipótesis ondulatoria a partir del hecho de que dos haces de luz que se cruzan en el espacio continúan su propagación sin verse afectados. En su *“Tratado de la luz”* sistematizó deductivamente las leyes de la óptica geométrica con modelos ondulatorios.

Paralelamente, al final del siglo XVII, Newton atacó con multitud de experimentos la hipótesis de la modificación de la luz sostenida en la época, según la cual, al atravesar un prisma o ciertos filtros, cambia de color. Para Newton (1704), la luz “blanca” es heterogénea y está formada por chorros de partículas de varios tipos, correspondiendo las partículas de un mismo tipo a una luz de un determinado “color”. Aunque no hubo forma de probar estas ideas sobre los corpúsculos de luz, la consideración de la heterogeneidad de la luz “blanca” tuvo una trascendencia crucial en el devenir histórico ya que, con esa hipótesis, se pudo simplificar el problema e impulsar, paradójicamente, el estudio de sus propiedades ondulatorias, la explicación de las aberraciones de las imágenes y la resolución de los instrumentos ópticos.

La búsqueda del éter o medio material donde debería propagarse las ondas lumínicas desembocó en la síntesis electromagnética tan profusamente estudiada. De ella nos interesa de manera especial, para poder construir una explicación lógica en el nivel de bachillerato, la hipótesis de la emisión de la luz por vibraciones de las cargas eléctricas que componen la materia, la propagación de los campos eléctricos y magnéticos sin necesidad de un medio material que sustente a las vibraciones lumínicas y su interacción con los medios transparentes para explicar la reflexión y/o la refracción. Estos conocimientos deberán ser, en función del nivel de enseñanza al que van dirigidos, fundamentalmente cualitativos.

Por otro lado, la concepción psicofísica de la percepción del color, que completa el modelo de visión de Kepler con las aportaciones de las ondas lumínicas y la fisiología del ojo, fue desarrollada por Thomas Young a comienzos del siglo XIX con su teoría tricromática. Según Sanz (1993), las sensaciones de color se elaboran mentalmente tras la interacción de la luz con tres dispositivos fotorreceptores de la retina que poseen distinta sensibilidad espectral.

PROPUESTA DE ESTRUCTURA PROBLEMATIZADA

El estudio anterior permite plantear, en primer lugar, los problemas que están en el origen de lo que queremos que aprendan nuestros alumnos. Estos son: “¿cómo vemos?”, “¿cómo podemos ver mejor?”, “¿cómo se comporta la luz en ese proceso?”, “¿cuál es su naturaleza para comportarse de esa forma?” Nuestras metas orientadoras u objetivos clave son, pues, la comprensión funcional del modelo de visión de Kepler y de un modelo ondulatorio y electromagnético sobre la naturaleza de la luz que explique su comportamiento y los límites del modelo. En segundo lugar, este estudio nos ha permitido identificar las ideas que supusieron grandes avances o pasos necesarios para la elaboración de estos modelos así como posibles obstáculos que pueden encontrarse. Las previsiones del primer objetivo y el estudio empírico que muestra su relevancia didáctica están desarrollados y se pueden consultar en un trabajo ya publicado (Osuna et al., 2007). Para el segundo objetivo clave presentamos los pasos necesarios y los obstáculos previsibles (cuadro 1), un ejemplo de cuestión donde se muestra la necesidad de contemplar en la enseñanza uno de los obstáculos señalados (cuadro 2) y un gráfico de estructura problematizada (figura 3).

A. Reconocer los límites de validez del modelo geométrico de visión de Kepler

Lo que supone superar los obstáculos:

- No considerar la naturaleza tentativa y falible de los modelos y teorías científicas
- Desconocer la existencia de dichos límites

B. Admitir la naturaleza heterogénea de la luz blanca.

Lo que supone superar los obstáculos::

- Pensar que la luz se modifica al interactuar con los objetos, lo que supone concebir interpretaciones alternativas de la visión del color
- Creer que el color es una propiedad únicamente de la luz o de los objetos

C. Reconocer las características ondulatorias de la luz que explicar su comportamiento

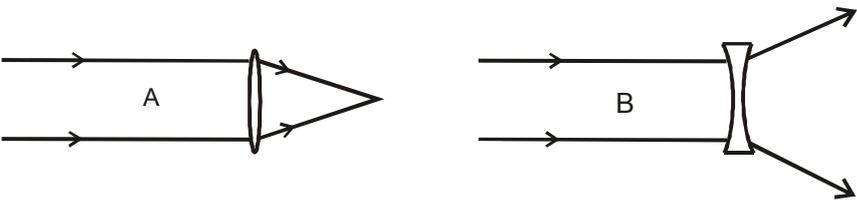
Lo que supone superar los obstáculos:

- No considerar la luz como una entidad física independiente de la fuente y del ojo
- Concebir la luz como un ente de naturaleza material
- Desconocimiento de los fenómenos básicos de naturaleza ondulatoria (ondas mecánicas)
- No asumir las características ondulatorias “extremas” de la luz -tan alejadas de la percepción humana- : velocidad del orden de 10^8 m/s, frecuencias del orden de 10^{13} Hz, longitudes de onda del orden de 10^{-1} μm , que explican muchos aspectos de su comportamiento
- El carácter electromagnético de la luz que hace innecesario un soporte material para su propagación
- La ausencia de conocimientos previos de electromagnetismo
- Disponer de un esquema de representación ondulatorio equivalente al esquema geométrico, que permita explicar y deducir consecuencias contrastables.

Cuadro 1: Grandes pasos necesarios (metas parciales) y obstáculos asociados para la comprensión de un modelo ondulatorio y electromagnético sobre la naturaleza de la luz

La cuestión que presentamos en el cuadro 2 hace referencia a uno de los obstáculos previstos a la meta parcial C (“reconocer las características ondulatorias de la luz”), en concreto, disponer de un esquema de representación ondulatorio equivalente al esquema geométrico. La cuestión fue utilizada con 31 profesores de Física y Química en formación y con 32 alumnos de Física de 2º curso de bachillerato inmediatamente después de la enseñanza habitual:

En óptica geométrica para explicar el comportamiento de las lentes delgadas se realizan trazados de rayos como los siguientes:



Suponiendo que se emplea un solo tipo de luz (de una sola frecuencia), dibuja otros esquemas gráficos que expliquen ese comportamiento de las lentes desde el punto de vista ondulatorio.

Cuadro 2: Ejemplo de cuestión utilizada para mostrar la relevancia de los obstáculos previstos

Los resultados son concluyentes y abrumadores: ningún profesor y ningún alumno de las muestras completó los esquemas correctamente desde el punto de vista ondulatorio y a la mitad de ambas muestras, aproximadamente, la cuestión les resultó tan sorprendente que no realizó esquema alguno. De ellos, el más repetido es el que asemeja cada rayo a una onda sinusoidal que se propaga en una cuerda. Observamos, pues, que habitualmente no se contempla la enseñanza del modelo ondulatorio para representar fenómenos ópticos que son tratados con profusión en la óptica geométrica y la necesidad de tenerlo en cuenta en cualquier propuesta de enseñanza.

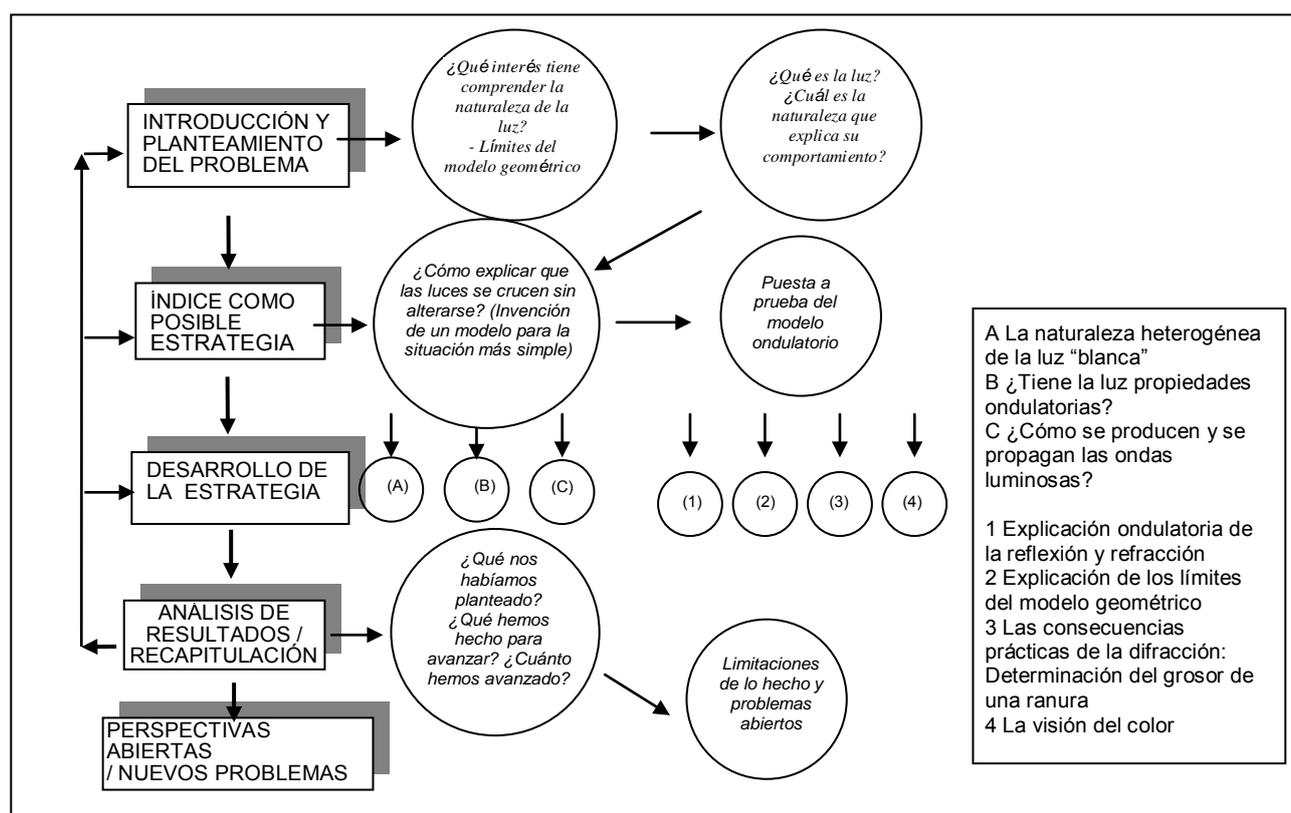


Figura 3: Gráfico de estructura problematizada: "¿Qué es la luz? ¿Cuál es su naturaleza?"

A pesar de que aquí sólo hemos mostrado una pequeña parte del estudio empírico realizado, nuestros datos iniciales muestran la relevancia didáctica de este conjunto de previsiones que suponen las primeras fases de la planificación problematizada del tema de óptica en el bachillerato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beléndez, A. (2008). La unificación de luz, electricidad y magnetismo: “la síntesis electromagnética” de Maxwell. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 30 (2), 2601-2620.
- Ferraz, A. (1974). Teorías sobre la naturaleza de la luz. De Pitágoras a Newton. Madrid: Dossat.
- Galili, I., Hazan, A. (2000). Learners’ knowledge in optics: interpretation structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22 (1), 57-88.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(2),: 197-212.
- Goldberg, F., McDermott, L. (1987). An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens or concave mirror. *American Journal Physics*, 55 (2), 108-119.
- Huebner, J. S., Smith, T. L. (1994). Why magnification works. *The Physics Teacher*, 32, 102-103.
- Huygens, C. (1690). *Traite de la lumiere*. Edición de Culture et Civilisation de 1967. Bruxelles.
- Kepler, J. (1604). *Les fondaments de l’optique moderne*. Paralipomènes a Vitellion (Edición 1980). París: Vrin.
- Martínez Torregrosa, J., Verdú, R. (1993). ¿Cómo organizar la enseñanza para un mejor aprendizaje? La estructura de los temas y los cursos en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 97-98.
- Newton, I. (1704). *Óptica o tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz*. (Edición de 1997). Madrid: Alfaguara.
- Osuna, L., Martínez Torregrosa, J., Carrascosa J., Verdú, R. (2007). Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica en educación secundaria *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 277-294.
- Perales, F. J. (1987). Análisis de contenidos en óptica geométrica. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), 211-219.
- Ronchi, V. (1957). *Optics. The Science of Vision*. Reedición de 1991. New York: Dover.
- Sanz, J.C. (1993). *El libro del color*. Madrid: Alianza.
- Verdú, R., Martínez Torregrosa, J., Osuna, L. (2002). Enseñar y aprender en una estructura problematizada. *Alambique*, 34, 47-55.

Experiencia con proyectos de grado como oportunidad de investigación formativa estructurada en carreras por ciclos propedéuticos

Arias Henao C.A., Ruiz Pacheco N.J., Henao de Arias, H.

Proyecto Curricular de Mecánica, Facultad Tecnológica,

Universidad Distrital F.J.C., Bogotá Colombia.

carias@udistrital.edu.co

RESUMEN

El siguiente trabajo trata sobre la fortaleza del proceso de investigación en carreras por ciclos propedéuticos, enmarcado en una experiencia de un proyecto instaurado en el primer ciclo de formación en Tecnología Mecánica y complementado por un segundo proyecto de grado en el ciclo de profundización en Ingeniería Mecánica, en el Proyecto Curricular de Mecánica de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en la ciudad de Bogotá-Colombia.

La experiencia demuestra de manera cualitativa que instaurar un proceso de investigación desde los primeros semestres y enmarcado en los trabajos de grado de los estudiantes, ofrece una mejor participación, una mejor apropiación del concepto y mayor relevancia en los procesos del entorno. Como modelo pedagógico dentro de dicho trabajo, se emplea el constructivismo como una alternativa que permite que el estudiante adelante un proceso efectivo de construcción de conocimiento.

Palabras clave

Procesos de investigación, ciclos propedéuticos, proyectos de grado, investigación formativa, procesos colaborativos.

INTRODUCCIÓN

En programas tecnológicos y de ingeniería, donde el estudiante debe proyectar sus estudios en el sentido que dicta la oferta laboral, se presenta frecuentemente pérdida de interés personal frente a la apropiación de conocimiento. Ante dicha situación, se hace necesario que la Universidad oriente sus procesos investigativos hacia la vinculación directa de los estudiantes en el desarrollo de proyectos que aportan esa primera experiencia de responsabilidad. Dicha experiencia, brinda herramientas significativas que encaminan hacia un crecimiento personal que complementa el desarrollo educativo.

Dentro de la estructuración de los programas tecnológicos y profesionales, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, a través de la Ley 749 de 2002, ha adoptado como mecanismo para que los estudiantes puedan cursar por etapas formativas el desarrollo de una carrera profesional, la opción de ciclos propedéuticos. Los ciclos *“son unidades interdependientes, complementarias y secuenciales; mientras que el componente propedéutico hace referencia al proceso por el cual se prepara a una persona para continuar en el proceso de formación a lo largo de la vida, en este caso particular, en el pregrado. En consecuencia, un ciclo propedéutico se puede*

definir como una fase de la educación que le permite al estudiante desarrollarse en su formación profesional siguiendo sus intereses y capacidades". En ese orden de ideas, es conveniente comentar que los ciclos propedéuticos en la "formación de pregrado organizan la Educación Superior en tres etapas: flexibles, secuenciales y complementarias. Esto se refiere a que el estudiante puede iniciar sus estudios de pregrado con un programa técnico profesional (2 ó 3 años) y transitar hacia la formación tecnológica (3 años), para luego alcanzar el nivel de profesional universitario (5 años)".

El Proyecto Curricular de Mecánica de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en la ciudad de Bogotá (Colombia), ofrece un programa de Ingeniería Mecánica por ciclos propedéuticos compuestos por un primer ciclo denominado Tecnología Mecánica, y un segundo ciclo, de profundización, para optar por el título de Ingeniero Mecánico. Es pertinente anotar que muchos de los estudiantes de dicho programa, pertenecen a unas condiciones socioculturales especiales que los obliga a alternar sus estudios con el desempeño de un oficio por el cual devengan.

Tomando como base el desempeño de un grupo de estudiantes de Tecnología a través de una experiencia investigativa, se pretende evidenciar la potencialidad que tiene el desarrollo de una carrera por ciclos en el proceso de investigación formativa en el estudiante, comparado con carreras que no presentan ciclos de formación.

La experiencia investigativa desarrollada consiste en el estudio y planeamiento de una aplicación de acondicionamiento de aire aprovechando la energía geotérmica almacenada a pocos metros en la capa superficial de la tierra para la ciudad de Bogotá (Colombia), destacando la importancia de involucrar y promover el papel participativo de estudiantes desde los primeros semestres de sus estudios, tratando de transmitir la relevancia que poseen los sistemas energéticos sostenibles. En dicho ejercicio se propicia la interacción entre las soluciones propuestas por los estudiantes y su entorno. Son los mismos estudiantes quienes proponen, analizan y concluyen durante el proceso y lo hacen a través de la construcción de su proyecto de grado. Esta estrategia está enmarcada en un modelo pedagógico constructivista a través del cual se busca que el conocimiento en mecánica se centre en el estudiante, en sus experiencias previas y en nuevas construcciones mentales (Sanhueza, 2001). Dicha construcción de conocimiento, se produce cuando el estudiante interactúa con el objeto del conocimiento (Piaget), cuando esto lo realiza en interacción con sus compañeros (Vigotsky) y cuando es significativo para el mismo estudiante (Ausubel) (Sanhueza, 2001).

DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE GRADO

Se plantea aprovechar el hecho de tener un primer ciclo de formación, para que en éste se comience y se estipule un trabajo de grado enmarcado en algún proyecto de investigación institucionalizado; esta particularidad ofrece la ventaja de tener un tutor que nutre los trabajos que se generan. Esta experiencia propicia que el estudiante se inicie en el desarrollo de discusiones profesionales en etapas tempranas de su formación. El trabajo que se estipule en esta etapa, debe continuar en el ciclo de profundización de la carrera, por tanto se evita que el estudiante busque de manera desorientada, temas de desarrollo para el proyecto de grado que debe presentar para culminar la etapa de profundización.

Atendiendo dicha fundamentación, se plantea trabajar con dos estudiantes en una necesidad observable para temas de termodinámica: "controlar la temperatura de los ambientes de espacios habitables o laborables aprovechando la inercia térmica del suelo". La variación de la temperatura se produce ya sea por fuentes de energía internas, como por ganancias o pérdidas hacia el exterior ocasionando variaciones en la sensación de confort. Inicialmente, se toma las aulas de la Universidad, Sede Tecnológica, como estación de prueba y se centra el estudio en la aplicación de

un sistema de acondicionamiento pasivo de aire utilizando intercambiadores de calor tierra-aire mediante tubos enterrados.

En países ecuatoriales como Colombia, la mayoría en vía de desarrollo, las condiciones climáticas presentan una onda senoidal térmica de excitación relativamente plana con valores de temperatura media que depende de la ubicación de las poblaciones con respecto al nivel de mar. Esto genera una situación de demanda energética de acondicionamiento de aire de forma constante y regular en poblaciones específicas para valores altos de temperatura promedio anual. Las ciudades que requieren este acondicionamiento constante han aumentado la demanda energética por la adquisición masiva de equipos de acondicionamiento creando una tendencia de compra de equipos de acondicionamiento de aire que aún hoy, no han llegado a su punto máximo.

Con un panorama de consumo energético residencial en incremento, es primordial trabajar en tecnologías limpias y sostenibles que traten de mejorar el rendimiento de sistemas de acondicionamiento, además de generar posibilidades que cubran necesidades de zonas apartadas incluyendo las “no interconectadas” con la red eléctrica. Este tipo de desarrollos deben adelantarse dentro de las aulas, involucrando estudiantes que tendrán una visión de oportunidades diferentes a la convencionales multiplicando así, las posibles soluciones de tecnologías.

En el año 2006 se plantea un proyecto de grado de tecnología titulado “CARACTERIZACIÓN DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS Y DE TRANSPORTE TÉRMICO DEL SUBSUELO DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA”; con él, se definieron las propiedades termodinámicas y de transporte energético de un terreno específico en el cual se planeaba instalar una instalación de pruebas.

Lo que se observa regularmente con los estudiantes de últimos semestres de cualquiera de los ciclos de formación, es que la realización del proyecto final se desarrolla en los dos últimos semestres (penúltimo para la presentación de la propuesta y último para la presentación del trabajo), en la mayoría de los casos se presentan tardanzas en la realización de estos trabajos por diversos factores, ocasionando que los estudiantes utilicen más tiempo de lo normal para cumplir con los lineamientos del trabajo. En ese sentido, los estudiantes que participaron en este proyecto, se interesaron en el tema antes de lo estipulado en el plan de estudios del programa de Tecnología. Esto les dio la oportunidad de asistir a clases complementarias de temas que se ven en el ciclo de profundización y que se constituían en imprescindibles para obtener un buen manejo conceptual sobre el tema.

Tal y como se había planteado anteriormente, en el ciclo de profundización se puede dar continuidad al trabajo iniciado en la fase de tecnología, y es así como de los dos estudiantes que desarrollaron el primer proyecto, sólo uno continuo con el ciclo de ingeniería, hecho que implicó la vinculación de un nuevo participante en el proceso de investigación. Se pudo observar de esta situación, de manera cualitativa, que el estudiante que traía bases del primer proceso, sirvió como multiplicador de conocimiento actualizando en el tema, al nuevo integrante, sin embargo, es de resaltar que el liderazgo del trabajo siempre lo tuvo el estudiante con mayor antigüedad.

El proyecto titulado "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS VARIABLES LONGITUD Y DIÁMETRO EN UN SISTEMA EXPERIMENTAL DE INTERCAMBIO DE CALOR TIERRA-AIRE DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE A UNA PROFUNDIDAD DE DOS METROS", continuo el estudio del primer ciclo, utilizando los valores de las propiedades obtenidas para calcular e instalar una estación de pruebas de un sistema de tubos enterrados para intercambio de calor entre el subsuelo y el aire que pasa a través de ellos.

De estos dos proyectos, además de los trabajos de grado, se dio paso a la elaboración de 4 artículos y la participación de tres congresos, dos de los cuales fueron internacionales. Esta divulgación del trabajo, complementa de manera exitosa el proceso de investigación formativa.

Actualmente existen dos grupos en esta misma línea y uno más en captadores solares que continúan con la idea de generar proyectos de grado que se puedan complementar en un ciclo de profundización.

DEBILIDADES DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

En el transcurso de la actividad se encontraron dos dificultades orientadas principalmente al atraso en el desarrollo de las actividades y a la motivación por parte de los estudiantes, estas son:

1. Normatividad de la institución para el apoyo de este tipo de procesos: aunque los trabajos estuvieran respaldados por un proyecto de investigación aprobado por parte de la Universidad, en muchas ocasiones el apoyo para que los estudiantes participaran en eventos o la tardanza de los insumos que provenían del proyecto avalado, atrasaban la realización del trabajo de los estudiantes, lo cual los dispersaba de las labores que habían comenzado.
2. El entorno social de los estudiantes: Trabajos alternos al desarrollo en la universidad y no relacionados, ocasionaban distracciones al proceso de desarrollo de los proyectos de grado.

FORTALEZAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

Se observaron puntos muy positivos en el proceso, estos son:

1. El conocimiento desarrollado a través del proyecto, *“se construye por medio de la práctica, y no está fuera de los propios actores”*. (Bonafant, 1995, 70).
2. Interrelación de los conceptos aprendidos con prácticas de investigación relacionadas con la sociedad que los rodea.
3. La posibilidad de ver conceptos no reglados en el programa de la carrera, necesarios para el desarrollo del proyecto de grado.
4. Participación en conversatorios profesionales dentro y fuera de la Universidad, destacando participación en eventos académicos los cuales, pese a algunos problemas administrativos, nutrieron su autoestima y fortalecieron su hoja de vida.
5. Puntos a favor aplicables en la selección para ingresar al ciclo de profundización.
6. Tiempo de permanencia en un proceso de investigación mucho más amplio dentro de los tiempos de desarrollo de su programa académico. Este tiempo es mucho mayor al tiempo que se dispone en la misma carrera sin ciclos propedéuticos.
7. Pertenencia al trabajo realizado promoviendo el desarrollo futuro de la investigación.
8. Facilitar procesos I+D+I.

CONCLUSIÓN.

Es importante aprovechar las carreras de ciclos propedéuticos para fortalecer la investigación formativa de los estudiantes enmarcados en proyectos de grado que apoyen proyectos de investigación y que tengan la posibilidad de ser completados con un nuevo proyecto de grado que profundice el tema inicial. El desarrollo de los trabajos permiten verificar que el modelo constructivista se convierte en una estrategia efectiva que acepta e impulsa la autonomía e iniciativa del alumno, usa terminología cognitiva tal como: Clasificar, analizar, predecir, crear, inferir, deducir, estimar, elaborar, pensar. Adicionalmente, permite investigar acerca de la comprensión de conceptos que tienen los estudiantes sobre consumo energético residencial y tecnologías limpias y sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, C. (2007). *Potencial de los intercambiadores de calor tierra-aire para condicionamiento de aire en diferentes zonas climáticas*. Tesina. Universidad de Sevilla.
- Bonal, X. 1995. *Los límites del enfoque práctico*. En: Cuadernos de Pedagogía. 236, 70-71.
- Salinas, J., Ramírez, J. (2006). *Caracterización de Propiedades Termodinámicas y de Transporte Térmico del Subsuelo de la Facultad Tecnológica*. Proyecto de Grado Tecnología Mecánica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Salinas, J., Jiménez, J. (2009). *Evaluación de la influencia de las variables longitud y diámetro en un sistema experimental de intercambio de calor tierra-aire de acondicionamiento de aire a una profundidad de dos metros*. Proyecto de Grado Ingeniería Mecánica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Salina, J., Jiménez, J., Arias, C. (2009). *Sistema de intercambio de calor tierra-aire mediante tubos enterrados utilizando el subsuelo como disipador energético*. IV Congreso Internacional en Ingeniería y Mecánica y II de Ingeniería Mecatrónica. Universidad Nacional de Colombia.
- Salinas, J., Jiménez, J., Arias, C., Guasca, A. (2009). *Sistema experimental de intercambio de calor tierra-aire evaluando el comportamiento entre las variables longitud y diámetro para establecer un sistema eficiente*. II Encuentro de Grupos y Semilleros de Investigación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Sanhueza, G. (2001). Constructivismo.
<http://www.monografias.com/trabajos11/constru/constru.shtml>.
- Ley 749 de Julio 19 de 2002. *Por la cual se organiza el servicio público de la educación superior en las modalidades de formación técnica profesional y tecnológica, y se dictan otras disposiciones*. Artículo 1 y 3. Ministerio de Educación Nacional, Colombia.

Estado del arte de la enseñanza de la Biología. Primeras aportaciones.

Valbuena Ussa, E., Amórtegui Cedeño, E., Bernal, S., Correa, M. A.

Grupo de Investigación “Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias”, Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional (Colombia).

edgarorlay@hotmail.com

RESUMEN

Presentamos los primeros hallazgos de la investigación *Estado del Arte de la enseñanza de la Biología*. Pese a que existen diferentes publicaciones, en revistas especializadas de Didáctica de las Ciencias y de Enseñanza de la Biología (EB), sobre qué Biología enseñar, cómo y para qué hacerlo, no se han realizado investigaciones que sistematicen dichas publicaciones. Para abordar el problema de investigación acogimos como referencia los fundamentos que caracterizan la Didáctica de las Ciencias.

En esta aportación presentamos los resultados de la primera fase de la investigación, consistente en la selección y descripción de las fuentes de información para la realización del estado del arte, así como en la sistematización de artículos sobre EB de revistas especializadas de los años 2007 y 2008.

De las 30 revistas seleccionadas, la menor proporción corresponde a publicaciones especializadas en EB, las otras presentan una mínima cantidad de artículos sobre EB. Del universo de publicaciones sobre EB, la mayoría corresponden a revistas anglosajonas, encontrándose un incremento en la década de los noventa. Los problemas predominantes corresponden a los trabajos prácticos y la enseñanza-aprendizaje de conceptos biológicos específicos. Las temáticas biológicas abordadas son diversas.

PALABRAS CLAVE

Estado del arte, Resumen Analítico Educativo (RAE), Enseñanza de la Biología, Didáctica de las Ciencias, Revistas de Enseñanza de las Ciencias.

INTRODUCCIÓN

Abordamos la investigación *Estado del Arte de la enseñanza de la Biología*, desde la perspectiva conceptual del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, dado que uno de los componentes de dicho conocimiento es el correspondiente a la disciplina que se ocupa de la enseñanza de un saber particular (en este caso de la Biología). Se consideran constituyentes del conocimiento que requiere un profesor para enseñar: el disciplinar específico, el contextual, el didáctico del contenido (equivalente al *Pedagogical Content Knowledge*) y el pedagógico-didáctico (Shulman, 1986; Grossman, 1990; Carlsen, 1999; Valbuena, 2007). Aunque existen diversas investigaciones relacionadas con la EB acerca de: concepciones de los estudiantes sobre diferentes conceptos biológicos, dificultades en la enseñanza de algunos conceptos, estrategias para la enseñanza de conceptos particulares, concepciones de profesores sobre el Conocimiento Biológico y su enseñanza, estructuración curricular, etc., desconocemos estudios que lo sistematicen, al igual que desconocemos si dichas investigaciones forman parte de un campo del conocimiento y si éste existe, cuál es su estatus, el cual quizás podría equivaler a la “Didáctica de la Biología”. Producir

conocimiento al respecto es relevante, máxime cuando los mayores desarrollos en la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza están referenciados a la enseñanza de la Física y de la Química.

En ese sentido, pretendemos sistematizar las publicaciones sobre EB, preguntándonos si existe un campo de conocimiento y una comunidad académica que se ocupe de este asunto. Nos planteamos así la hipótesis de que existe un campo de conocimiento emergente cuyo objeto es la EB y su criterio de validación es la investigación educativa.

Teniendo en cuenta que no existe un discurso respecto a la Didáctica de la Biología, nos basamos en los criterios que se han acogido para la caracterización de la Didáctica de las Ciencias.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

La metodología que orienta esta investigación corresponde a un enfoque cualitativo, utilizando la estrategia de análisis documental, y la modalidad de estado del arte. El estado del arte se caracteriza por producir una síntesis del conocimiento acumulado, donde el objetivo es producir conocimiento crítico acerca del nivel de comprensión que se tiene sobre el objeto de estudio desde sus alcances y limitaciones, para finalmente intentar la recomposición sintética del mismo (Calvo, 1995). Así, inicialmente hemos establecido el objeto de estudio, el cual corresponde a la naturaleza del “campo del conocimiento” encargado de la Enseñanza de la Biología (EB).

La investigación se está desarrollando en tres fases:

- Delimitación del problema, identificación de fuentes de información y obtención de las publicaciones para su sistematización. Para ello, acudimos a las revistas especializadas sobre Enseñanza de las Ciencias y de la Biología, que estuvieron a nuestra disposición.
- Elaboración de Resúmenes Analíticos Educativos (RAEs), tomando como base los contenidos de los artículos sobre EB. Para tal fin, acogimos las principales categorías empleadas en la caracterización del campo de conocimiento de la Didáctica de las Ciencias (problemas, líneas y grupos de investigación, medios de divulgación del conocimiento, etc.).
- Sistematización de la información aportada por los RAEs, con la consecuente caracterización de las investigaciones sobre EB.

Cabe destacar que el trabajo ha sido realizado por un equipo de investigación, en el que se distribuyó el material de análisis por pares académicos, así cada artículo fue revisado por dos investigadores quienes inicialmente de manera independiente realizaron el correspondiente RAE y posteriormente lo trianguló con su par.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que sigue, presentamos y discutimos los resultados de la primera fase y, parcialmente los correspondientes a la segunda y tercera fases, concretamente en lo que atañe a las publicaciones sobre la EB de los años 2007 y 2008.

En total revisamos 48 revistas relacionadas con educación, de las cuales seleccionamos 30 en las que identificamos se publican artículos relacionados con la Enseñanza de la Biología. Tal y como se puede observar en la Tabla 1, de las 30 revistas seleccionadas para esta investigación, tan solo dos se dedican a publicar exclusivamente trabajos sobre la Enseñanza de la Biología, lo cual corresponde al 6,7%, mientras que las restantes (equivalentes a un 93,3% del universo) publican diversos artículos sobre la enseñanza de las Ciencias en general, tanto en asuntos relativos a la naturaleza de la Didáctica de las Ciencias, como a aspectos particulares de la enseñanza de las diferentes disciplinas (constituyendo una menor proporción el caso de la Enseñanza de la Biología).

Cabe destacar que del 93,3%, correspondiente a las revistas que publican artículos sobre Enseñanza de las Ciencias (incluyendo Enseñanza de la Biología), la proporción de artículos relativos al objeto de nuestro trabajo varía entre 1,7% y 20,9%. Así, en las 28 revistas a las que nos estamos refiriendo, del material que publican, en promedio el 7,29% corresponde a trabajos sobre Enseñanza de la Biología, lo cual nos permite una primera visualización del desarrollo de esta área del conocimiento en relación con las investigaciones sobre enseñanza de otras disciplinas. Evidentemente la mayor proporción de estudios publicados de la Didáctica de las Ciencias, corresponde a estudios sobre la enseñanza de la Física y de la Química.

Lo anterior no nos sorprende, máxime teniendo presente que incluso la Biología ha sido reconocida como ciencia autónoma recientemente (Mayr, 1998, 2006). Así, podríamos decir que el estatus científico de la Biología es emergente, con lo cual la Enseñanza de la Biología, asumida como posible campo de conocimiento, correspondería a un estado pre-emergente.

Otro elemento de análisis a tener en cuenta, es el relacionado con el origen de las publicaciones. Tal y como podemos apreciar en la Tabla 1, en su mayoría las revistas que publican trabajos sobre Enseñanza de la Biología son del ámbito anglosajón, lo cual es comprensible, dado que en dichas latitudes es donde más se ha publicado en el campo de la Didáctica de las Ciencias.

En cuanto a la distribución de publicaciones sobre Enseñanza de la Biología en diferentes períodos de tiempo, podemos identificar que es en los años noventa cuando se evidencia un incremento de las investigaciones a las que estamos haciendo referencia, con un 52% de publicaciones al respecto, mientras que el 13% corresponde a las décadas de los ochenta y los setenta.

Por otra parte cabe resaltar que la mayoría de las revistas revisadas corresponden particularmente a educación de ciencias (23 revistas), mientras que algunas corresponden a educación en general (7 revistas).

| Nº | REVISTA | PAÍS EDITOR | PERIODICIDAD | PERIODO REVISADO | TOTAL ARTÍCULOS | TOTAL ARTÍCULOS ENSEÑANZA BIOLOGÍA | PORCENTAJE ARTÍCULOS ENSEÑANZA BIOLOGÍA |
|-----|--|----------------|--|--------------------------|-----------------|------------------------------------|---|
| 1. | <i>The American Biology Teacher</i> | Estados Unidos | Mensual, 9 números por año. | 2004 - 2008 | 360 | 360 | (100%) |
| 2. | <i>Journal of Science Teacher Education</i> | Estados Unidos | Trimestral | 1989 - 2009 | 484 | 16 | (3.3%) |
| 3. | <i>Science Teacher (Washington, D.C.)</i> | Estados Unidos | Mensual | | 3553 | 326 | (9.1%) |
| 4. | <i>Journal of Research in Science Teaching</i> | Estados Unidos | Anual con 4 a 10 números por volumen | 1988 - 2006 | 669 | 63 | (9.4%) |
| 5. | <i>Electronic Journal of Science Education</i> | Estados Unidos | Trimestral | 1996 - 2009 | 154 | 10 | (6%) |
| 6. | <i>Journal of College Science Teaching</i> | Estados Unidos | Bimensual | Diciembre de 1991 - 2009 | 1462 | 95 | (6.4%) |
| 7. | <i>Science Education</i> | Estados Unidos | Bimensual | 1986 - 2006. | 566 | 57 | (10%) |
| 8. | <i>Journal of Biological Education</i> | Reino Unido | Trimestral | 2007- 2008 | 56 | 56 | (100%) |
| 9. | <i>International Journal of Science Education</i> | Reino Unido | Volumen anual y número por mes | 1999-2009. | 863 | 62 | (7%) |
| 10. | <i>Studies in Science Education</i> | Reino Unido | Anual | 1999 - 2009 | 113 | 2 | (1.7%) |
| 11. | <i>Science & Education</i> | Australia | Volumen anual con 4 a 10 números por año | 1992 - 2009 | 771 | 29 | (3.7%) |
| 12. | <i>Teaching Science</i> | Australia | Trimestral | 2004 - 2008 | 830 | 22 | (2.6%) |
| 13. | <i>Research in Science Education (Australasian Science Education Research Association)</i> | Australia | Volumen por año con 1 número anual hasta 1994. Volumen anual con número Trimestral hasta la fecha. | 1971 -2009 | 1114 | 44 | (3.9%) |
| 14. | <i>The Journal of Environmental Education</i> | Canadá | Anual | 1996 - 2007 | 193 | 9 | (4,6%) |

| Nº | REVISTA | PAÍS EDITOR | PERIODICIDAD | PERIODO REVISADO | TOTAL ARTÍCULOS | TOTAL ARTÍCULOS ENSEÑANZA BIOLOGIA | PORCENTAJE ARTÍCULOS ENSEÑANZA BIOLOGIA |
|-----|--|--------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------------|---|
| 15. | <i>Connect UNESCO International Science, Technology and Environmental Education Newsletter</i> | Francia | Volumen anual, número Trimestral | Diciembre de 1992 - 2006 | 511 | 11 | (2,1%) |
| 16. | <i>Educación y Ciencia (Alemania)</i> | Alemania | Cuatrimestral | 1996 - 2001 | 49 | 9 | (18,4%) |
| 17. | <i>Journal of Science Education and Technology</i> | Países Bajos | Trimestral | 1992 - 2009. | 623 | 11 | (1,7%) |
| 18. | <i>Journal of Baltic Science Education</i> | Lituania | Cada 4 meses | 2002 - 2008 | 111 | 12 | (10,8%) |
| 19. | <i>International Journal of Science And Mathematics Education</i> | Taiwán | Trimestral | 2003 - 2009 | 210 | 10 | (4,7%) |
| 20. | <i>Journal of Turkish Science Education</i> | Turquía | Semestral | 2004 - 2009 | 71 | 5 | (7%) |
| 21. | <i>Enseñanza de las Ciencias</i> | España | Cuatrimestral | 1983 - 2009 | 1172 | 55 | (4,6%) |
| 22. | <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> | España | Cuatrimestral | 2002 - 2009 | 203 | 27 | (13,3%) |
| 23. | <i>Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales</i> | España | Trimestral | 2006 - 2009 | 148 | 31 | (20,9%) |
| 24. | <i>Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> | España | Trimestral | 2004 - 2009 | 215 | 11 | (5,1%) |
| 25. | <i>Investigación en la Escuela</i> | España | Cuatrimestral | 1998 - 2003 | 316 | 24 | (7,5%) |
| 26. | <i>Tecné, Episteme y Didaxis</i> | Colombia | Semestral | 1991 - 2009 | 375 | 57 | (15,2%) |
| 27. | <i>Nodos y Nudos</i> | Colombia | Semestral | 1997 - 2008 | 325 | 7 | (2,1%) |
| 28. | <i>Revista Pedagogía y Saberes</i> | Colombia | Anual/semestral | 1990 - 2008 | 250 | 6 | (2,4%) |
| 29. | <i>Revista Magisterio Educación y Pedagogía</i> | Colombia | Bimensual | 2003 - 2008 | 188 | 4 | (2,1%) |
| 30. | <i>Ciencia y Educacao</i> | Brasil | Cada 4 meses | 1998; 2000 -2005. | 249 | 46 | (18,4%) |

Tabla 1. Revistas revisadas que publican artículos sobre la Enseñanza de la Biología.

Para el proceso de sistematización, diseñamos un formato para la elaboración de los Resúmenes Analíticos Educativos (RAEs), el cual presentamos y describimos sucintamente en la Tabla 2. Dicha estructura la fundamentamos basándonos principalmente en las características que identifican a la Didáctica de las Ciencias como disciplina emergente.

| ASPECTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------------------------|--|
| Código RAE | Número de la revista (según nomenclatura establecida por el grupo de investigación). Dos últimos dígitos del año. Consecutivo del artículo en la revista (según nomenclatura establecida por el grupo de investigación). |
| Tipo de documento | Ensayo, un artículo científico, una editorial, etc. |
| Sección de la revista | Según revista. |
| Tipo de impresión | Electrónica o impresa. |
| Nivel de circulación | Especificar si es general o restringido. |
| Acceso al documento | Lugar donde el autor del RAE tuvo acceso al documento. |
| Título | Textual. Si la publicación es en inglés: título original y traducción. |
| Autor | Tal y como aparece en la publicación. |
| Lugar de trabajo y cargo | Especificar la filiación. Explicitar si pertenecen a grupos de investigación. |
| Publicación | Escribir la referencia bibliográfica completa, especificando título de la revista, año, volumen, número y páginas. |
| Palabras clave | Tal y como aparecen en la publicación. Si no aparecen, colocar “se infiere....” y escribir las que considere el autor del RAE. |
| Síntesis | Se considera como el resumen del resumen. |
| Fuentes | Escribir el número de referencias bibliográficas y copiar las que hacen alusión específicamente a Enseñanza de la Biología. |
| Problema de investigación | Hacer una síntesis del problema presentado (de manera implícita o explícita) en el artículo. |
| Objetivo | Explicitar la finalidad del trabajo (aspecto fundamental para identificar los principales problemas de la Enseñanza de la Biología). |
| Población | Especificar si el estudio fue realizado con estudiantes, con profesores, con comunidades no escolares, etc. explicitando el número de sujetos y el contexto social. |
| Metodología | Explicitar si es cuantitativa, cualitativa o mixta, así como los instrumentos empleados para la obtención de datos y los métodos utilizados para la sistematización |
| Conclusiones | Si son explícitas, retomarlas. Si no se presentan en el artículo (pero son implícitas) redactarlas como “se infiere...” |
| Resultados | Deben ser acordes con el problema y objetivos propuestos. |
| Tipo de trabajo | Identificar si corresponde a investigación, reflexión, ó experiencia. |
| Autor del RAE | Nombre completo del investigador que elaboró el RAE. |

Tabla 2. Formato de RAE estructurado para la investigación.

De las categorías incluidas en el RAE, merece destacar la pertinencia de algunas que aportan especialmente a la caracterización de las investigaciones, desde la perspectiva del propósito de nuestro estudio. Así, la categoría problema de investigación resulta estructurante en tanto, todo campo de conocimiento, sea ciencia, disciplina u otro estatus, se identifica en parte por poseer un objeto problema específico que no es resuelto por otro campo de conocimiento; de igual manera, la tipificación de problemas de estudio se relaciona, junto con la existencia de grupos definidos de investigadores, con la configuración de Líneas de investigación, las cuales constituyen otro criterio que identifica un campo de conocimiento con estatus de disciplina (Gil-Pérez, Carrascosa y Martínez, 2000).

Otras categoría relevantes son: el autor y la afiliación (lugar de trabajo y cargo), dado que permite, en el proceso de sistematización de diferentes RAEs, identificar grupos de investigadores así como investigadores especializados en determinados problemas. Este es otro criterio importante a tener en cuenta en la identificación de Líneas de investigación.

También incluimos la categoría Fuentes, con el interés en identificar la proporción de referencias bibliográficas relacionadas con la EB y los autores o grupos de investigadores relacionados con el problema objeto de la publicación. De igual manera, destacamos la categoría metodología, dada la importancia de identificar las particularidades en cuanto este aspecto en la manera como se abordan las investigaciones.

Finalmente, consideramos relevante identificar las palabras clave más frecuentes en las publicaciones sobre EB, si bien es cierto no existe un Tesauro sobre este tipo de publicaciones, resulta relevante configurar uno particular que contribuya a consolidar o fortalecer el campo de conocimiento sobre la EB.

En lo relativo a los resultados de la sistematización, a continuación hacemos referencia a los principales hallazgos a partir de la caracterización de 161 artículos revisados en 17 revistas especializadas en el periodo 2007-2008. Con lo cual, lo que presentamos no constituye resultados concluyentes, pero sí nos permite hacer una primera visualización principalmente en lo que atañe a los principales problemas que abordan los trabajos sobre EB publicados en la actualidad.

Los dos problemas mayoritarios objeto de las investigaciones sistematizadas corresponden a: trabajos prácticos y enseñanza-aprendizaje de conceptos específicos. Podemos agrupar las investigaciones sobre trabajos prácticos en dos tendencias, los estudios que se centran en la incorporación a la escuela de protocolos y prácticas con el principal fin de adaptarlas a las condiciones institucionales, y los que hacen énfasis en las implicaciones de la implementación de dichas prácticas en la enseñanza-aprendizaje de la Biología (concretamente haciendo referencia al desarrollo de habilidades y el aprendizaje de conceptos específicos).

Los trabajos que se ocupan de la enseñanza-aprendizaje de conceptos biológicos específicos (genética, evolución, ecosistema, biotecnología, célula, lo vivo, entre otros), se refieren principalmente a algunos de estos tópicos: utilización de modelos, las dificultades y los ambientes de aprendizaje.

Otros problemas abordados en las publicaciones a las que estamos haciendo referencia son: las concepciones de los estudiantes sobre conceptos biológicos, el diseño curricular en la EB, la evaluación de los aprendizajes, los actitudes y los aspectos éticos, la enseñanza en ambientes extraescolares, el análisis de libros de texto, los análisis de lenguaje y argumentación en el aula, las relaciones CTS, y la Naturaleza de las Ciencias, entre otros.

En cuanto a las temáticas biológicas abordadas en las publicaciones están: biotecnología, evolución, célula, zoología, botánica, microbiología, genética, ecología, ser vivo y clasificación taxonómica.

CONCLUSIONES

Aunque la cantidad de publicaciones sistematizadas corresponden a un estrecho período de tiempo (2007-2008), consideramos que los resultados encontrados nos permiten realizar algunos análisis en relación con la Enseñanza de la Biología como campo de conocimiento; a continuación presentamos algunos argumentos a favor o en contra al respecto:

Los trabajos analizados en su mayoría corresponden a investigaciones sobre la enseñanza en poblaciones estudiantiles abordando diversas problemáticas, lo cual puede indicar que estos

elementos son comunes como objeto de las publicaciones. Este hecho, muestra un panorama favorable para un posible campo de conocimiento, dado que vislumbra una especificidad.

En la diversidad de problemas de investigación evidenciados se destacan tres grandes agrupaciones (enseñanza aprendizaje de conceptos específicos, trabajos prácticos y concepciones sobre conceptos biológicos), lo cual podría corresponder a posibles líneas de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Calvo, G. (1995). La familia en Colombia -Un estado del arte de la investigación 19800- 1994. Bogotá: Staf ICBF.

Carlsen, W. (1999). Domains of Teacher Knowledge. En: gess-newsome, J. y Lederman, N. (Eds.). Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 133-144.

Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., y Martínez, F. (2000). La Didáctica de las Ciencias. Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En: Perales, F., Cañal, P. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la Enseñanza de las Ciencias. Alcoy: Marfil, p.p. 11-34.

Grossman, P. (1990). The Making of a Teacher. Theacher Knowledge and Teacher Education. New York: Teachers College, Columbia University.

Mayr, E (1998). Así es la Biología. Barcelona: Debate.

Mayr, E (2006). Por qué es única la Biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica. Buenos Aires: Katz.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Valbuena, E. (2007). El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid (ISBN 978-84-669-3101-4)

Estado del arte de la enseñanza de la Biología. Primeras aportaciones.

Valbuena Ussa, E., Amórtegui Cedeño, E., Bernal, S., Correa, M. A.

Grupo de Investigación “Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias”, Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional (Colombia).

edgarorlay@hotmail.com

RESUMEN

Presentamos los primeros hallazgos de la investigación *Estado del Arte de la enseñanza de la Biología*. Pese a que existen diferentes publicaciones, en revistas especializadas de Didáctica de las Ciencias y de Enseñanza de la Biología (EB), sobre qué Biología enseñar, cómo y para qué hacerlo, no se han realizado investigaciones que sistematicen dichas publicaciones. Para abordar el problema de investigación acogimos como referencia los fundamentos que caracterizan la Didáctica de las Ciencias.

En esta aportación presentamos los resultados de la primera fase de la investigación, consistente en la selección y descripción de las fuentes de información para la realización del estado del arte, así como en la sistematización de artículos sobre EB de revistas especializadas de los años 2007 y 2008.

De las 30 revistas seleccionadas, la menor proporción corresponde a publicaciones especializadas en EB, las otras presentan una mínima cantidad de artículos sobre EB. Del universo de publicaciones sobre EB, la mayoría corresponden a revistas anglosajonas, encontrándose un incremento en la década de los noventa. Los problemas predominantes corresponden a los trabajos prácticos y la enseñanza-aprendizaje de conceptos biológicos específicos. Las temáticas biológicas abordadas son diversas.

PALABRAS CLAVE

Estado del arte, Resumen Analítico Educativo (RAE), Enseñanza de la Biología, Didáctica de las Ciencias, Revistas de Enseñanza de las Ciencias.

INTRODUCCIÓN

Abordamos la investigación *Estado del Arte de la enseñanza de la Biología*, desde la perspectiva conceptual del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, dado que uno de los componentes de dicho conocimiento es el correspondiente a la disciplina que se ocupa de la enseñanza de un saber particular (en este caso de la Biología). Se consideran constituyentes del conocimiento que requiere un profesor para enseñar: el disciplinar específico, el contextual, el didáctico del contenido (equivalente al *Pedagogical Content Knowledge*) y el pedagógico-didáctico (Shulman, 1986; Grossman, 1990; Carlsen, 1999; Valbuena, 2007). Aunque existen diversas investigaciones relacionadas con la EB acerca de: concepciones de los estudiantes sobre diferentes conceptos biológicos, dificultades en la enseñanza de algunos conceptos, estrategias para la enseñanza de conceptos particulares, concepciones de profesores sobre el Conocimiento Biológico y su enseñanza, estructuración curricular, etc., desconocemos estudios que lo sistematicen, al igual que desconocemos si dichas investigaciones forman parte de un campo del conocimiento y si éste existe, cuál es su estatus, el cual quizás podría equivaler a la “Didáctica de la Biología”. Producir

conocimiento al respecto es relevante, máxime cuando los mayores desarrollos en la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza están referenciados a la enseñanza de la Física y de la Química.

En ese sentido, pretendemos sistematizar las publicaciones sobre EB, preguntándonos si existe un campo de conocimiento y una comunidad académica que se ocupe de este asunto. Nos planteamos así la hipótesis de que existe un campo de conocimiento emergente cuyo objeto es la EB y su criterio de validación es la investigación educativa.

Teniendo en cuenta que no existe un discurso respecto a la Didáctica de la Biología, nos basamos en los criterios que se han acogido para la caracterización de la Didáctica de las Ciencias.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

La metodología que orienta esta investigación corresponde a un enfoque cualitativo, utilizando la estrategia de análisis documental, y la modalidad de estado del arte. El estado del arte se caracteriza por producir una síntesis del conocimiento acumulado, donde el objetivo es producir conocimiento crítico acerca del nivel de comprensión que se tiene sobre el objeto de estudio desde sus alcances y limitaciones, para finalmente intentar la recomposición sintética del mismo (Calvo, 1995). Así, inicialmente hemos establecido el objeto de estudio, el cual corresponde a la naturaleza del “campo del conocimiento” encargado de la Enseñanza de la Biología (EB).

La investigación se está desarrollando en tres fases:

- Delimitación del problema, identificación de fuentes de información y obtención de las publicaciones para su sistematización. Para ello, acudimos a las revistas especializadas sobre Enseñanza de las Ciencias y de la Biología, que estuvieron a nuestra disposición.
- Elaboración de Resúmenes Analíticos Educativos (RAEs), tomando como base los contenidos de los artículos sobre EB. Para tal fin, acogimos las principales categorías empleadas en la caracterización del campo de conocimiento de la Didáctica de las Ciencias (problemas, líneas y grupos de investigación, medios de divulgación del conocimiento, etc.).
- Sistematización de la información aportada por los RAEs, con la consecuente caracterización de las investigaciones sobre EB.

Cabe destacar que el trabajo ha sido realizado por un equipo de investigación, en el que se distribuyó el material de análisis por pares académicos, así cada artículo fue revisado por dos investigadores quienes inicialmente de manera independiente realizaron el correspondiente RAE y posteriormente lo trianguló con su par.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que sigue, presentamos y discutimos los resultados de la primera fase y, parcialmente los correspondientes a la segunda y tercera fases, concretamente en lo que atañe a las publicaciones sobre la EB de los años 2007 y 2008.

En total revisamos 48 revistas relacionadas con educación, de las cuales seleccionamos 30 en las que identificamos se publican artículos relacionados con la Enseñanza de la Biología. Tal y como se puede observar en la Tabla 1, de las 30 revistas seleccionadas para esta investigación, tan solo dos se dedican a publicar exclusivamente trabajos sobre la Enseñanza de la Biología, lo cual corresponde al 6,7%, mientras que las restantes (equivalentes a un 93,3% del universo) publican diversos artículos sobre la enseñanza de las Ciencias en general, tanto en asuntos relativos a la naturaleza de la Didáctica de las Ciencias, como a aspectos particulares de la enseñanza de las diferentes disciplinas (constituyendo una menor proporción el caso de la Enseñanza de la Biología).

Cabe destacar que del 93,3%, correspondiente a las revistas que publican artículos sobre Enseñanza de las Ciencias (incluyendo Enseñanza de la Biología), la proporción de artículos relativos al objeto de nuestro trabajo varía entre 1,7% y 20,9%. Así, en las 28 revistas a las que nos estamos refiriendo, del material que publican, en promedio el 7,29% corresponde a trabajos sobre Enseñanza de la Biología, lo cual nos permite una primera visualización del desarrollo de esta área del conocimiento en relación con las investigaciones sobre enseñanza de otras disciplinas. Evidentemente la mayor proporción de estudios publicados de la Didáctica de las Ciencias, corresponde a estudios sobre la enseñanza de la Física y de la Química.

Lo anterior no nos sorprende, máxime teniendo presente que incluso la Biología ha sido reconocida como ciencia autónoma recientemente (Mayr, 1998, 2006). Así, podríamos decir que el estatus científico de la Biología es emergente, con lo cual la Enseñanza de la Biología, asumida como posible campo de conocimiento, correspondería a un estado pre-emergente.

Otro elemento de análisis a tener en cuenta, es el relacionado con el origen de las publicaciones. Tal y como podemos apreciar en la Tabla 1, en su mayoría las revistas que publican trabajos sobre Enseñanza de la Biología son del ámbito anglosajón, lo cual es comprensible, dado que en dichas latitudes es donde más se ha publicado en el campo de la Didáctica de las Ciencias.

En cuanto a la distribución de publicaciones sobre Enseñanza de la Biología en diferentes períodos de tiempo, podemos identificar que es en los años noventa cuando se evidencia un incremento de las investigaciones a las que estamos haciendo referencia, con un 52% de publicaciones al respecto, mientras que el 13% corresponde a las décadas de los ochenta y los setenta.

Por otra parte cabe resaltar que la mayoría de las revistas revisadas corresponden particularmente a educación de ciencias (23 revistas), mientras que algunas corresponden a educación en general (7 revistas).

| Nº | REVISTA | PAÍS EDITOR | PERIODICIDAD | PERIODO REVISADO | TOTAL ARTÍCULOS | TOTAL ARTÍCULOS ENSEÑANZA BIOLOGIA | PORCENTAJE ARTÍCULOS ENSEÑANZA BIOLOGIA |
|-----|--|----------------|--|--------------------------|-----------------|------------------------------------|---|
| 1. | <i>The American Biology Teacher</i> | Estados Unidos | Mensual, 9 números por año. | 2004 - 2008 | 360 | 360 | (100%) |
| 2. | <i>Journal of Science Teacher Education</i> | Estados Unidos | Trimestral | 1989 - 2009 | 484 | 16 | (3.3%) |
| 3. | <i>Science Teacher (Washington, D.C.)</i> | Estados Unidos | Mensual | | 3553 | 326 | (9.1%) |
| 4. | <i>Journal of Research in Science Teaching</i> | Estados Unidos | Anual con 4 a 10 números por volumen | 1988 - 2006 | 669 | 63 | (9.4%) |
| 5. | <i>Electronic Journal of Science Education</i> | Estados Unidos | Trimestral | 1996 - 2009 | 154 | 10 | (6%) |
| 6. | <i>Journal of College Science Teaching</i> | Estados Unidos | Bimensual | Diciembre de 1991 - 2009 | 1462 | 95 | (6.4%) |
| 7. | <i>Science Education</i> | Estados Unidos | Bimensual | 1986 - 2006. | 566 | 57 | (10%) |
| 8. | <i>Journal of Biological Education</i> | Reino Unido | Trimestral | 2007- 2008 | 56 | 56 | (100%) |
| 9. | <i>International Journal of Science Education</i> | Reino Unido | Volumen anual y número por mes | 1999-2009. | 863 | 62 | (7%) |
| 10. | <i>Studies in Science Education</i> | Reino Unido | Anual | 1999 - 2009 | 113 | 2 | (1.7%) |
| 11. | <i>Science & Education</i> | Australia | Volumen anual con 4 a 10 números por año | 1992 - 2009 | 771 | 29 | (3.7%) |
| 12. | <i>Teaching Science</i> | Australia | Trimestral | 2004 - 2008 | 830 | 22 | (2.6%) |
| 13. | <i>Research in Science Education (Australasian Science Education Research Association)</i> | Australia | Volumen por año con 1 número anual hasta 1994. Volumen anual con número Trimestral hasta la fecha. | 1971 -2009 | 1114 | 44 | (3.9%) |
| 14. | <i>The Journal of Environmental Education</i> | Canadá | Anual | 1996 - 2007 | 193 | 9 | (4,6%) |

| Nº | REVISTA | PAÍS EDITOR | PERIODICIDAD | PERIODO REVISADO | TOTAL ARTÍCULOS | TOTAL ARTÍCULOS ENSEÑANZA BIOLOGIA | PORCENTAJE ARTÍCULOS ENSEÑANZA BIOLOGIA |
|-----|--|--------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------------|---|
| 15. | <i>Connect UNESCO International Science, Technology and Environmental Education Newsletter</i> | Francia | Volumen anual, número Trimestral | Diciembre de 1992 - 2006 | 511 | 11 | (2,1%) |
| 16. | <i>Educación y Ciencia (Alemania)</i> | Alemania | Cuatrimstral | 1996 - 2001 | 49 | 9 | (18,4%) |
| 17. | <i>Journal of Science Education and Technology</i> | Países Bajos | Trimestral | 1992 - 2009. | 623 | 11 | (1.7%) |
| 18. | <i>Journal of Baltic Science Education</i> | Lituania | Cada 4 meses | 2002 - 2008 | 111 | 12 | (10.8%) |
| 19. | <i>International Journal of Science And Mathematics Education</i> | Taiwán | Trimestral | 2003 - 2009 | 210 | 10 | (4.7%) |
| 20. | <i>Journal of Turkish Science Education</i> | Turquía | Semestral | 2004 - 2009 | 71 | 5 | (7%) |
| 21. | <i>Enseñanza de las Ciencias</i> | España | Cuatrimstral | 1983 - 2009 | 1172 | 55 | (4.6%) |
| 22. | <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> | España | Cuatrimstral | 2002 - 2009 | 203 | 27 | (13.3%) |
| 23. | <i>Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales</i> | España | Trimestral | 2006 - 2009 | 148 | 31 | (20.9%) |
| 24. | <i>Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> | España | Trimestral | 2004 - 2009 | 215 | 11 | (5.1%) |
| 25. | <i>Investigación en la Escuela</i> | España | Cuatrimstral | 1998 - 2003 | 316 | 24 | (7.5%) |
| 26. | <i>Tecné, Episteme y Didaxis</i> | Colombia | Semestral | 1991 - 2009 | 375 | 57 | (15.2%) |
| 27. | <i>Nodos y Nudos</i> | Colombia | Semestral | 1997 - 2008 | 325 | 7 | (2.1%) |
| 28. | <i>Revista Pedagogía y Saberes</i> | Colombia | Anual/semestral | 1990 - 2008 | 250 | 6 | (2,4%) |
| 29. | <i>Revista Magisterio Educación y Pedagogía</i> | Colombia | Bimensual | 2003 - 2008 | 188 | 4 | (2.1%) |
| 30. | <i>Ciencia y Educacao</i> | Brasil | Cada 4 meses | 1998; 2000 -2005. | 249 | 46 | (18.4%) |

Tabla 1. Revistas revisadas que publican artículos sobre la Enseñanza de la Biología.

Para el proceso de sistematización, diseñamos un formato para la elaboración de los Resúmenes Analíticos Educativos (RAEs), el cual presentamos y describimos sucintamente en la Tabla 2. Dicha estructura la fundamentamos basándonos principalmente en las características que identifican a la Didáctica de las Ciencias como disciplina emergente.

| ASPECTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------------------------|--|
| Código RAE | Número de la revista (según nomenclatura establecida por el grupo de investigación). Dos últimos dígitos del año. Consecutivo del artículo en la revista (según nomenclatura establecida por el grupo de investigación). |
| Tipo de documento | Ensayo, un artículo científico, una editorial, etc. |
| Sección de la revista | Según revista. |
| Tipo de impresión | Electrónica o impresa. |
| Nivel de circulación | Especificar si es general o restringido. |
| Acceso al documento | Lugar donde el autor del RAE tuvo acceso al documento. |
| Título | Textual. Si la publicación es en inglés: título original y traducción. |
| Autor | Tal y como aparece en la publicación. |
| Lugar de trabajo y cargo | Especificar la filiación. Explicitar si pertenecen a grupos de investigación. |
| Publicación | Escribir la referencia bibliográfica completa, especificando título de la revista, año, volumen, número y páginas. |
| Palabras clave | Tal y como aparecen en la publicación. Si no aparecen, colocar “se infiere...” y escribir las que considere el autor del RAE. |
| Síntesis | Se considera como el resumen del resumen. |
| Fuentes | Escribir el número de referencias bibliográficas y copiar las que hacen alusión específicamente a Enseñanza de la Biología. |
| Problema de investigación | Hacer una síntesis del problema presentado (de manera implícita o explícita) en el artículo. |
| Objetivo | Explicitar la finalidad del trabajo (aspecto fundamental para identificar los principales problemas de la Enseñanza de la Biología). |
| Población | Especificar si el estudio fue realizado con estudiantes, con profesores, con comunidades no escolares, etc. explicitando el número de sujetos y el contexto social. |
| Metodología | Explicitar si es cuantitativa, cualitativa o mixta, así como los instrumentos empleados para la obtención de datos y los métodos utilizados para la sistematización. |
| Conclusiones | Si son explícitas, retomarlas. Si no se presentan en el artículo (pero son implícitas) redactarlas como “se infiere...” |
| Resultados | Deben ser acordes con el problema y objetivos propuestos. |
| Tipo de trabajo | Identificar si corresponde a investigación, reflexión, ó experiencia. |
| Autor del RAE | Nombre completo del investigador que elaboró el RAE. |

Tabla 2. Formato de RAE estructurado para la investigación.

De las categorías incluidas en el RAE, merece destacar la pertinencia de algunas que aportan especialmente a la caracterización de las investigaciones, desde la perspectiva del propósito de nuestro estudio. Así, la categoría problema de investigación resulta estructurante en tanto, todo campo de conocimiento, sea ciencia, disciplina u otro estatus, se identifica en parte por poseer un objeto problema específico que no es resuelto por otro campo de conocimiento; de igual manera, la tipificación de problemas de estudio se relaciona, junto con la existencia de grupos definidos de investigadores, con la configuración de Líneas de investigación, las cuales constituyen otro criterio que identifica un campo de conocimiento con estatus de disciplina (Gil-Pérez, Carrascosa y Martínez, 2000).

Otras categoría relevantes son: el autor y la afiliación (lugar de trabajo y cargo), dado que permite, en el proceso de sistematización de diferentes RAEs, identificar grupos de investigadores así como investigadores especializados en determinados problemas. Este es otro criterio importante a tener en cuenta en la identificación de Líneas de investigación.

También incluimos la categoría Fuentes, con el interés en identificar la proporción de referencias bibliográficas relacionadas con la EB y los autores o grupos de investigadores relacionados con el problema objeto de la publicación. De igual manera, destacamos la categoría metodología, dada la importancia de identificar las particularidades en cuanto este aspecto en la manera como se abordan las investigaciones.

Finalmente, consideramos relevante identificar las palabras clave más frecuentes en las publicaciones sobre EB, si bien es cierto no existe un Tesauro sobre este tipo de publicaciones, resulta relevante configurar uno particular que contribuya a consolidar o fortalecer el campo de conocimiento sobre la EB.

En lo relativo a los resultados de la sistematización, a continuación hacemos referencia a los principales hallazgos a partir de la caracterización de 161 artículos revisados en 17 revistas especializadas en el periodo 2007-2008. Con lo cual, lo que presentamos no constituye resultados concluyentes, pero sí nos permite hacer una primera visualización principalmente en lo que atañe a los principales problemas que abordan los trabajos sobre EB publicados en la actualidad.

Los dos problemas mayoritarios objeto de las investigaciones sistematizadas corresponden a: trabajos prácticos y enseñanza-aprendizaje de conceptos específicos. Podemos agrupar las investigaciones sobre trabajos prácticos en dos tendencias, los estudios que se centran en la incorporación a la escuela de protocolos y prácticas con el principal fin de adaptarlas a las condiciones institucionales, y los que hacen énfasis en las implicaciones de la implementación de dichas prácticas en la enseñanza-aprendizaje de la Biología (concretamente haciendo referencia al desarrollo de habilidades y el aprendizaje de conceptos específicos).

Los trabajos que se ocupan de la enseñanza-aprendizaje de conceptos biológicos específicos (genética, evolución, ecosistema, biotecnología, célula, lo vivo, entre otros), se refieren principalmente a algunos de estos tópicos: utilización de modelos, las dificultades y los ambientes de aprendizaje.

Otros problemas abordados en las publicaciones a las que estamos haciendo referencia son: las concepciones de los estudiantes sobre conceptos biológicos, el diseño curricular en la EB, la evaluación de los aprendizajes, los actitudes y los aspectos éticos, la enseñanza en ambientes extraescolares, el análisis de libros de texto, los análisis de lenguaje y argumentación en el aula, las relaciones CTS, y la Naturaleza de las Ciencias, entre otros.

En cuanto a las temáticas biológicas abordadas en las publicaciones están: biotecnología, evolución, célula, zoología, botánica, microbiología, genética, ecología, ser vivo y clasificación taxonómica.

CONCLUSIONES

Aunque la cantidad de publicaciones sistematizadas corresponden a un estrecho período de tiempo (2007-2008), consideramos que los resultados encontrados nos permiten realizar algunos análisis en relación con la Enseñanza de la Biología como campo de conocimiento; a continuación presentamos algunos argumentos a favor o en contra al respecto:

Los trabajos analizados en su mayoría corresponden a investigaciones sobre la enseñanza en poblaciones estudiantiles abordando diversas problemáticas, lo cual puede indicar que estos

elementos son comunes como objeto de las publicaciones. Este hecho, muestra un panorama favorable para un posible campo de conocimiento, dado que vislumbra una especificidad.

En la diversidad de problemas de investigación evidenciados se destacan tres grandes agrupaciones (enseñanza aprendizaje de conceptos específicos, trabajos prácticos y concepciones sobre conceptos biológicos), lo cual podría corresponder a posibles líneas de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Calvo, G. (1995). La familia en Colombia -Un estado del arte de la investigación 19800- 1994. Bogotá: Staf ICBF.
- Carlsen, W. (1999). Domains of Teacher Knowledge. En: gess-newsome, J. y Lederman, N. (Eds.). Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 133-144.
- Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., y Martínez, F. (2000). La Didáctica de las Ciencias. Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En: Perales, F., Cañal, P. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la Enseñanza de las Ciencias. Alcoy: Marfil, p.p. 11-34.
- Grossman, P. (1990). The Making of a Teacher. Theacher Knowledge and Teacher Education. New York: Teachers College, Columbia University.
- Mayr, E (1998). Así es la Biología. Barcelona: Debate.
- Mayr, E (2006). Por qué es única la Biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica. Buenos Aires: Katz.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Valbuena, E. (2007). El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid (ISBN 978-84-669-3101-4)

Preguntas de los Estudiantes en Condiciones de Lectura, Observación y Manipulación de Dispositivos Científicos

Torres, T., Sanjosé, V.

*ERI-Polibienestar, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales,
Universidad de Valencia, España.*

Vicente.Sanjose@uv.es

RESUMEN

El objetivo de esta investigación ha sido estudiar el proceso de generación de preguntas cuando se intentan comprender dispositivos científicos. Se desarrollaron dos estudios; en el primero, la muestra estuvo formada por un total de 35 alumnos de ambos sexos de 4º de ESO; para el segundo estudio la muestra estuvo formada por 102 alumnos también de ambos sexos, de 4º de ESO y de 2º de bachillerato. Se recogieron un total de 156 preguntas con un promedio de 4,46 preguntas/ sujeto, para el estudio 1; y 756 preguntas con un promedio de 7,41 preguntas/sujeto, para el estudio 2. Estos estudios mostraron tres resultados principales: a) la observación con manipulación de los dispositivos provoca más preguntas causales que la lectura sobre los dispositivos o el visionado de una película sobre ellos; b) el conocimiento previo influye decisivamente en la generación de preguntas; c) tanto el modo de presentación de la información como el conocimiento previo influyen en los obstáculos asociados con el intento de construcción del modelo científico.

Palabras clave:

generación de preguntas; comprensión de las ciencias; dispositivos científicos.

INTRODUCCION

La investigación científica comienza con “una buena pregunta”. Por tanto, si se pretende que la enseñanza de las ciencias sea un proceso cognitiva y epistémicamente concordante con las actividades que realizan los científicos (Chinn y Malhotra, 2002), es importante estimular las preguntas de los estudiantes en las aulas de ciencias. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el proceso de generación de preguntas cuando se intentan comprender dispositivos científicos como los que se utilizan en los laboratorios de escolares de ciencias y en los Museos interactivos de ciencia, en diferentes condiciones: lectura sobre dispositivos, visionado de películas sobre dispositivos y observación y manipulación de dispositivos. Si alguna de las presentaciones logra más y mejores preguntas, ello podría aprovecharse para el diseño de una instrucción más efectiva en Laboratorios y Museos, dirigido hacia metas de aprendizaje bien definidas por las propias preguntas de los estudiantes.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Antecedentes de la investigación

La comprensión de las ciencias consiste en la construcción de representaciones mentales por parte del sujeto. Greeno propuso la existencia de 4 representaciones mentales de alto nivel, necesarias para la comprensión de la física: modelo concreto, similar al modelo de la situación de van Dijk y Kintsch (1983; Kintsch, 1998), modelo esquemático de la realidad; modelo abstracto (científico); modelo simbólico (lenguaje ordinario ó lenguaje matemático). Construir estas representaciones requiere ir más allá de la información suministrada, y relacionarla con el conocimiento previo del sujeto. Dos procesos cognitivos aparecen entonces: 1) Activación del conocimiento previo apropiado; 2) Realización de inferencias para crear nuevo conocimiento (no explícito en la información suministrada) uniendo dos ó más segmentos de información diferente del discurso, o segmentos del discurso y segmentos del conocimiento previo. Con ello se amplía el conocimiento previo, se crea la posibilidad de aplicar a nuevos contextos lo aprendido, se delimita el campo de validez o de aplicación, etc.

Según el modelo Obstáculo-Meta propuesto por Otero (2009), las preguntas destinadas a obtener información tienen como origen la detección de un obstáculo de comprensión por parte del estudiante, en su camino hacia la meta de construir una representación mental adecuada de la información. Las inferencias intentadas y no logradas son causa de obstáculos de comprensión en ciencias. Por tanto, muchas de las preguntas de los estudiantes pueden proceder de este tipo de obstáculos. Si esto es así, el tipo de preguntas formuladas debería poder asociarse fácilmente con el tipo de inferencias intentadas. Se han propuesto muchas taxonomías para las inferencias, pero nosotros adoptamos la propuesta por Trabasso y Magliano (1996) quienes distinguen solo tres tipos de inferencias: Asociaciones (intentos de conocer mejor las entidades presentes), Explicaciones (justificaciones de esas entidades mediante causalidad) y Predicciones (intentos de adelantar eventos futuros o eventos que podrían tener lugar si las condiciones fueran distintas a las presentadas).

Por tanto, esperamos que las preguntas formuladas por estudiantes cuando intentan comprender la información científica puedan ser clasificadas como: 1) Preguntas T1, destinadas a conocer mejor los objetos y eventos (originadas por inferencias asociativas no logradas); 2) Preguntas T2, destinadas a justificar por qué los objetos y eventos son como son (originadas por inferencias explicativas no logradas); 3) Preguntas T3, destinadas a adelantar características y eventos no explicitados (originadas por inferencias predictivas no satisfactorias).

Algunos experimentos anteriores parecen confirmar la utilidad de este modelo teórico para explicar la generación de preguntas de los estudiantes. Ishiwa, Macías, Maturano y Otero, (2010) lograron clasificar todas las preguntas que los estudiantes formularon al leer un texto o visionar una película sobre fenómenos científicos en estos tres tipos. Ishiwa, Otero y Sanjosé, (2010) han probado que el tipo y cantidad de preguntas formuladas por los estudiantes depende de sus objetivos al estudiar la información que se les presenta.

A partir de estos antecedentes, realizamos dos estudios exploratorios destinados a estimular preguntas de los estudiantes y a estudiar si existen diferencias en ellas en distintas circunstancias o contextos de presentación de la información. En el primer experimento, se comparó la situación de lectura sobre dispositivos, con la de observación de los mismos dispositivos en el laboratorio (Torres y Sanjosé, 2009, 2010). Los resultados de este experimento motivaron un segundo estudio en el que se compararon las condiciones de observación solamente (visionado de película) y de observación con manipulación (en el laboratorio).

Estudio 1

Método

Sujetos.- La muestra estuvo formada por dos grupos naturales ($N_1= 15$; $N_2= 20$) con alumnos de ambos sexos de 4º de ESO. El centro educativo fue un Instituto público de Secundaria situado en una población de más de 10.000 habitantes de la provincia de Valencia.

Diseño y variables.- El diseño experimental fue de un solo factor, la condición experimental, con 2 niveles: Observar los dispositivos vs Leer sobre los dispositivos. Las variables dependientes fueron: número total de preguntas formuladas, número de preguntas de cada tipo.

Materiales.- Se construyeron dos dispositivos para ser utilizados en la condición Observar. a) Un doble cono que asciende por un plano inclinado (llamado “acróbata trepador”); b) El diablillo cartesiano, bien conocido realizado con una tapadera de bolígrafo, un trozo de plastilina sujeta con un pequeño alambre para darle estabilidad, y una botella de plástico transparente (de 1,5 litros de capacidad) casi llena de agua. Ambos dispositivos presentan un ‘evento discrepante’ con lo esperado, lo cual suele provocar preguntas (Flammer, 1981; Dillon, 1988). Se preparó una hoja con instrucciones para los alumnos y fue leída antes de leer u observar los dispositivos. En la condición Leer, se preparó un cuadernillo con las instrucciones, dos textos cortos (90 palabras) describiendo los dispositivos y espacio destinado a las preguntas.

Medidas.- Se contabilizaron las preguntas de cada tipo formuladas por los estudiantes e ambas condiciones experimentales. Se atendió de modo especial a las preguntas de justificación de las entidades dirigidas expresamente al evento discrepante en cada dispositivo (preguntas ‘Diana’). Las preguntas fueron clasificadas por 3 jueces independientes. En la condición Observar, el índice *Kappa* de Cohen fue de 0,93 y en la condición Leer 0,89.

Predicciones.- a) Dado que en la condición Observar no se esperan dificultades en la representación mental de las entidades presentes en los dispositivos, se espera que el número de preguntas de tipo T1 sea menor en la condición que en la condición Leer; b) La memoria de trabajo tiene una capacidad limitada de modo que si se libera la memoria de trabajo de la carga de tener que representar las entidades, se tienen recursos cognitivos para focalizar la atención sobre las causas del funcionamiento de los dispositivos, en especial sobre aquello que explicaría el evento discrepante; por tanto, se espera que el número de preguntas T2 en la condición Observar sea mayor que en la condición Leer.; c) No se formularon predicciones claras sobre las preguntas T3.

Procedimiento.- En la condición Observar, los estudiantes visualizaron el funcionamiento completo de cada uno de los dispositivos uno a uno en el laboratorio del centro educativo en orden contrabalanceado. Ante cada dispositivo, uno de los investigadores describió los componentes del mismo y lo hizo funcionar. Después, se permitió a cada estudiante accionar el dispositivo. Se grabaron en audio todas las preguntas de los sujetos participantes y, posteriormente, fueron transcritas. En la condición Leer la prueba se administró grupalmente dentro del aula de los alumnos en horario escolar. En ambas condiciones experimentales, las instrucciones fueron leídas y comentadas por los investigadores antes de la tarea. El tiempo total dedicado por los estudiantes a la tarea en cada condición, fue similar: 10-20 minutos.

Resultados

Se recogieron un total de 156 preguntas sobre los dispositivos para los/las 35 alumnos/as de la muestra, lo que implica un promedio de 4,46 preguntas/ sujeto. Del total de preguntas 77 corresponden a la condición experimental Observar los dispositivos y 79 a la condición Leer. Por tanto se obtuvieron promedios de 5,13 preguntas/sujeto en la condición Observar y 3,95

preguntas/sujeto en la condición Leer sobre los dispositivos. Los promedios para los diferentes tipos de pregunta en cada condición y la significación para la Condición Experimental en los diferentes Análisis de Varianza se muestran en la Tabla 1. Los resultados indican que el promedio total de preguntas fue muy similar pero la distribución entre los diferentes tipos de pregunta fue diferente.

| Tipo de pregunta | Observar | Leer | Significación |
|--------------------|-------------|-------------|---------------|
| T1 | 0,33 (0,62) | 1,55 (1,90) | * |
| T2 | 3,53 (2,95) | 1,95 (2,16) | + |
| T2-Diana | 2,87 (2,53) | 1,30 (1,38) | * |
| T3 | 1,27 (2,89) | 0,05 (0,22) | + |
| Total de preguntas | 5,13 (5,26) | 3,95 (2,82) | -- |

Tabla 1. Promedio y de sviación típica (entre paréntesis) para cada tipo de pregunta en cada condición experimental. (*) Existen diferencias significativas al nivel $p < 0,05$. (+) $0,05 < p < 0,01$. (--) $p > 0,05$.

Aunque apenas se formularon estas preguntas en la condición Leer, en concordancia con estudios anteriores sobre textos, de forma inesperada se obtuvo un promedio importante para las preguntas de tipo hipotético (“¿qué pasaría si...?”) en la condición Observar los dispositivos. Ferguson y Hegarty (1995) en un estudio sobre aprendizaje de los principios físicos de los sistemas de poleas, encontraron que los sujetos que aprendieron manipulando superaron claramente a los sujetos que aprendieron leyendo texto con esquemas a la hora de resolver con éxito nuevos problemas. Este precedente sugiere que la posibilidad de manipular los dispositivos provoca el paso de la fase de ‘comprensión’ a la fase de ‘resolución’ del problema planteado por los eventos discrepantes presentados. Para analizar esta idea y para ampliar los resultados precedentes, se realizó el experimento 2.

Estudio 2

Método

Sujetos.- La muestra estuvo formada por 6 grupos naturales con un total de 102 alumnos de ambos sexos de 4 ESO (N=55) y 2º bachillerato (N=47) en dos Institutos públicos de Secundaria. **Diseño y variables.** El diseño experimental fue factorial “2X2” con los factores: Condición experimental (Sólo Observar-Visionar un DVD vs Observar y Manipular en el Laboratorio) y Nivel Académico (4ºESO vs 2º Bachillerato). El resto de circunstancias y medidas fueron similares a las del experimento 1, salvo por la confección de un DVD en el que se grabó el funcionamiento de los dispositivos para la condición Sólo Observar. Al clasificar las preguntas se obtuvo índices *Kappa* de 0,82 para la condición Observar y Manipular, y de 0,86 para la condición Observar solamente.

Predicciones.- a) La manipulación de los dispositivos debería estimular más preguntas de carácter hipotético (tipo T3) que la simple observación: el sujeto puede intentar obtener respuesta inmediata a preguntas destinadas a saber qué pasaría si se modificaran las condiciones de funcionamiento de los dispositivos. b) Al tener mayor conocimiento previo, los estudiantes de 2º Bachillerato podrían intentar construir el modelo científico de los dispositivos y encontrar obstáculos; por tanto, deberían formular más preguntas mencionando conceptos, principios o leyes de la física que los estudiantes de 4 de ESO cuyo conocimiento físico es aún muy escaso.

Resultados

Se recogieron un total de 756 preguntas sobre los dispositivos lo que implica un promedio de 7,41

preguntas/ sujeto. Se obtuvieron promedios de 4,2 preguntas/sujeto en la condición Observar y Manipular, y 3,14 preguntas/sujeto en la condición Solo Observar. Los alumnos de mayor conocimiento previo (2º bachillerato) realizaron más preguntas que los de menos conocimiento previo (4ºESO) en ambas condiciones experimentales. La Tabla 2 muestra los promedios para cada tipo de pregunta e indica la existencia o no de diferencias significativas según cada factor considerado.

| Tipo Pregunta | Nivel Académico | Sólo Observar | Observar y Manipular | Significación Condición Experimental |
|-----------------------------------|---|---------------|----------------------|--------------------------------------|
| T1 | 4ºESO | 0,55 (0,89) | 1,67 (1,74) | (**) |
| | 2ºBach | 1,17 (1,66) | 1,78 (1,65) | |
| | Significación Nivel Académico (--) | | | |
| T2 | 4ºESO | 3,23 (1,36) | 4,08 (3,56) | (*) |
| | 2ºBach | 3,33 (2,26) | 5,22 (5,11) | |
| | Significación Nivel Académico (--) | | | |
| T3 | 4ºESO | 0,68 (0,87) | 2,04 (1,97) | (*) |
| | 2ºBach | 2,79 (2,69) | 3,04 (2,46) | |
| | Significación Nivel Académico (**) | | | |
| Total Preguntas | 4ºESO | 4,45 (1,63) | 7,79 (4,52) | (**) |
| | 2ºBach | 7,29 (4,24) | 10,04 (6,94) | |
| | Significación Nivel Académico (**) | | | |
| Total Preguntas Modelo Científico | 4ºESO | 0,87 (0,96) | 1,08 (1,02) | (--) |
| | 2ºBach | 2,08 (1,69) | 2,35 (2,66) | |
| | Significación Nivel Académico (**) | | | |

Tabla 2.- Promedio y desviación típica (entre paréntesis) para cada tipo de pregunta según los factores considerados. (*) Diferencias significativas $p < 0,05$. (**) $p < 0,01$. (--) $p > 0,05$.

En ninguna de las comparaciones se obtuvo efecto significativo de interacción entre los dos factores considerados.

CONCLUSIONES

Los resultados del experimento 1 indican que hay un efecto de la condición de presentación de la información experimental sobre las representaciones mentales intentadas por los estudiantes: la observación de los dispositivos experimentales, en comparación con la lectura de textos describiendo su funcionamiento, libera recursos cognitivos que pueden ser dedicados a intentar construir representaciones mentales que incluyan relaciones causales. Por tanto, los estudiantes encuentran obstáculos en ese intento y formulan más preguntas dedicadas a justificar la razón del comportamiento observado.

Los resultados del experimento 2 muestran que poder manipular los dispositivos en el laboratorio estimula la construcción de representaciones mentales más elaboradas que la simple observación, lo que implica la aparición de más obstáculos de comprensión y, por tanto, más preguntas de todo tipo. En particular, indican que la manipulación de los dispositivos estimula más que con la simple observación de los mismos, la formulación de preguntas de tipo “¿qué sucedería si modificamos esta condición?”, es decir, preguntas asociadas a obstáculos en el camino hacia la meta de investigar los factores causales del funcionamiento de los dispositivos. La aparición de muchas más preguntas de este tipo asociadas con la manipulación de los dispositivos en los estudiantes de bajo conocimiento previo (4ºESO) indica que tener esta posibilidad incita a estos estudiantes a intentar dar solución al “problema” provocado por el funcionamiento sorprendente e inesperado de los dispositivos. Sin embargo, cuando se aumenta el conocimiento previo (alumnos de 2º Bachillerato), el número de preguntas hipotéticas deja de ser pequeño en la condición Sólo Observar: aunque sigue habiendo un efecto significativo a favor de la manipulación, se obtiene un efecto significativo del factor nivel académico. Es decir, si el conocimiento previo es suficiente, la mera observación del comportamiento de los dispositivos puede provocar también el intento de encontrar factores causales que expliquen el funcionamiento inesperado de los dispositivos.

El efecto del nivel académico es también significativo sobre las preguntas que incluyen conceptos, leyes o principios científicos, como esperábamos. Es decir, los estudiantes de mayor conocimiento previo realizan intentos de construir la representación mental de carácter abstracto ‘modelo científico’ en términos de Greeno (1989), en mayor medida que los de menor conocimiento previo.

BIBLIOGRAFÍA

- Chinn, C.A., Malhotra, B.A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86, 175-218.
- Dillon, J.T. (1988). The remedial status of student questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20, 197-210.
- Ferguson, E.L., Hegarty, M. (1995). Learning with real machines or diagrams: Application of knowledge to real-world problems. *Cognition and Instruction*, 13(1), 129-160.
- Flammer, A. (1981). Towards a theory of question asking. *Psychological Research*, 43, 407-420.
- Greeno, J.G. (1989). Situations, mental models, and generative knowledge. En D. Klahr and K. Kotofsky (Eds.) *Complex Information Procession: The Impact of Herbert A. Simon* (pp 285-318). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ishiwa, K., Macías, A., Maturano, C., y Otero, J. (2010). Generation of information-seeking questions when reading science texts for understanding. Manuscrito pendiente de revisión.
- Ishiwa, K., Otero, J., y Sanjosé, V. (2010). Generation of information- seeking questions on Scientific texts under Different Reading Goals. Manuscrito pendiente de revisión.

- Kintsch, W. (1998). *Comprehension. A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Otero, J. (2009). Question Generation and Anomaly Detection in Texts. En D. Hacker, J. Dunlosky, and A. Graesser (Eds), *Handbook of Metacognition in Education* (pp. 47-59). New York: Routledge.
- Torres, T., Sanjosé, V. (2009). *Students' questions about scientific concepts*. Comunicación presentada en el Second International Seminar on Research on Questioning. CIDTFF – Research Centre for Didactics and Technology in Teacher Education, University of Aveiro. Portugal, 18th-20th November.
- Torres, T., Sanjosé, V. (2010). *Generación de preguntas de los estudiantes ante dispositivos científicos*. II Congrés Internacional de Didactiques Específiques. L'Activitat del Docent: Intervenció, Innovació, Investigació. Girona, 3-6 Febrero.
- Trabasso, T., Magliano, J.P. (1996). Conscious Understanding During Comprehension. *Discourse Processes*, 21, 255-287.
- van Dijk, T., Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.

Estudio de las discusiones de un grupo de alumnos universitarios durante el desarrollo de un trabajo práctico de laboratorio sobre equilibrio químico

Bertelle, A., Rocha, A.

Dpto. de Profesorado en Física y Química. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Olavarría. Argentina.

abertell@fio.unicen.edu.ar

RESUMEN

Uno de los objetivos de la tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Experimentales, de la que surge este trabajo es analizar las discusiones de los alumnos cuando trabajan en forma grupal, durante el desarrollo de un trabajo práctico de laboratorio sobre el tema Equilibrio Químico. Se trata de estudiantes que cursan la primera asignatura química del primer año de carreras universitarias con orientación en ciencia y tecnología. A esta altura de la instrucción en el tema resulta muy relevante que los estudiantes amplíen y pongan en juego la conceptualización que sobre sistema en equilibrio químico están elaborando (Rocha, 2008).

El aporte que el trabajo de laboratorio puede realizar en ese sentido a esta altura de la instrucción, es muy relevante en relación con lo anteriormente mencionado, entre otras cosas porque se trata de un ámbito propicio para la utilización de esa idea para interpretar, predecir, argumentar y justificar las observaciones.

Se analiza en este trabajo cómo los estudiantes, trabajando grupalmente en el laboratorio, construyen las explicaciones y justificaciones acerca del comportamiento de un sistema en equilibrio cuando se le introducen alteraciones (cambios de concentración y de temperatura).

Lo que se presenta aquí corresponde a una parte del trabajo práctico desarrollado por los estudiantes que se analiza completo y en profundidad en la tesis de Maestría.

Palabras claves

Trabajo práctico de laboratorio, equilibrio químico, análisis del discurso.

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO COMO CONTEXTO DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

En diversos trabajos científicos se plantea la discusión acerca de la importancia y efectividad del laboratorio para el aprendizaje de las ciencias. Algunos especialistas argumentan que la enseñanza en el laboratorio es poco efectiva para permitir el aprendizaje de conceptos científicos y de procedimientos relacionados con la actividad científica (Hodson, 1994; Barberá y Valdés, 1996; Tamir y García Rovira, 1992). Pero más allá de las críticas, estos y otros autores reconocen el potencial educativo de los mismos poniendo de manifiesto la necesidad de revisar su utilización en clase teniendo en cuenta cómo se aprende y cómo se construye el conocimiento científico (Hodson, 1994; Barberá y Valdés, 1996; Alvarez, S.M. y otros, 2004).

A través del desarrollo de trabajos de laboratorio aplicados a sistemas reales, concretos, se espera que el futuro profesional alcance una comprensión global de los procesos químicos cimentada en

una sólida formación teórica, que fortalezca su autonomía en la toma de decisiones, que adquiera habilidad para el manejo de instrumentos, materiales, equipos y en el uso de diversas técnicas específicas, para el trabajo en equipo y para el desarrollo de actitudes y normas propias del trabajo experimental, para ampliar el conocimiento teórico, integrarlo con el conocimiento práctico y emplear ambos en la interpretación de observaciones, de los cuestionamientos, de las anomalías, etc. como así también en el trabajo de predicción. Todo ello le permitirá a un egresado de la Universidad, afrontar los requerimientos y las exigencias laborales de su actividad profesional (Mantovani, 2003).

Algunas consideraciones sobre la enseñanza y el aprendizaje del equilibrio químico.

El Equilibrio Químico es un tópico cuyo aprendizaje plantea dificultades, que han sido ampliamente estudiadas en diferentes contextos encontrándose resultados que son comunes a estudiantes de diferentes medios, edades, géneros y culturas. Autores de trabajos de investigación sobre la enseñanza del Equilibrio Químico, como Jonhstone, Mac Donald y Webb (1977); Gorodetsky y Gussarsky (1986); Quílez Pardo, J. y San José López, V. (1993); plantean, entre los puntos de mayor conflicto a nivel conceptual, que los alumnos tienen dificultad para reconocer e interpretar las características más importantes de la conceptualización de un sistema químico en equilibrio, como son su dinamismo y la composición constante y perciben el sistema que ha alcanzado el equilibrio como si estuviese formado por dos recipientes separados. En la extensa revisión realizada por Rocha (2008) se ponen de manifiesto que muchas veces los alumnos no interpretan qué es un sistema que ha alcanzado el equilibrio, posiblemente porque la enseñanza, no apunta a ello (Rocha y otros, 2000).

Muchas veces, los trabajos prácticos de laboratorio que se realizan en este tema pueden ser una de las fuentes de dificultad en el aprendizaje, ya que algunas demostraciones en el laboratorio que muestran cómo cambia el equilibrio asociándolo a cambios de color, podrían ser mal interpretadas por los estudiantes. Van Driel y otros (1998), trabajando con un grupo de 120 alumnos de escuela secundaria, en clase de laboratorio, encontraron que responden a las preguntas que se les formulan sobre el sistema en equilibrio que están estudiando, mostrando que aceptan la posibilidad de que en él ocurran dos reacciones simultáneas a pesar de que no haya cambios observables. Sin embargo, muchos de ellos, ante los cambios de color del sistema, muestran una tendencia a relacionar la ocurrencia de reacción química con esos cambios de color observados. Para interpretarlo, separan las dos reacciones en espacio y tiempo, lo cual se puede apreciar cuando dicen, por ejemplo: *It would have to turn blue, and then back to completely pink, and then blue again.*

Frecuentemente, los trabajos de laboratorio en este tema, proponen observar los cambios de color que se producen cuando, para el sistema en equilibrio varían determinadas condiciones de trabajo (por ejemplo la temperatura), y analizar, a partir de dicha observación, cómo se modifica el estado del sistema (desplazamiento del equilibrio). Para que el análisis de lo observado en estos casos sea el adecuado, es necesario que se trabaje sobre la base de la comprensión por parte del estudiante, del concepto de equilibrio químico. Esto es, los alumnos a partir de las observaciones que realizan en el laboratorio, deberían expresar, en términos de Equilibrio Químico, qué es lo que están interpretando y conceptualizando.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se presenta en este trabajo el análisis de la discusión de uno de los grupos de alumnos mientras realizan una parte del Trabajo Práctico *EQUILIBRIO QUIMICO*. Cursan una asignatura, de primer año de dos carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la

Provincia de Buenos Aires (Argentina). Los estudiantes utilizan una Guía escrita elaborada previamente por los docentes.

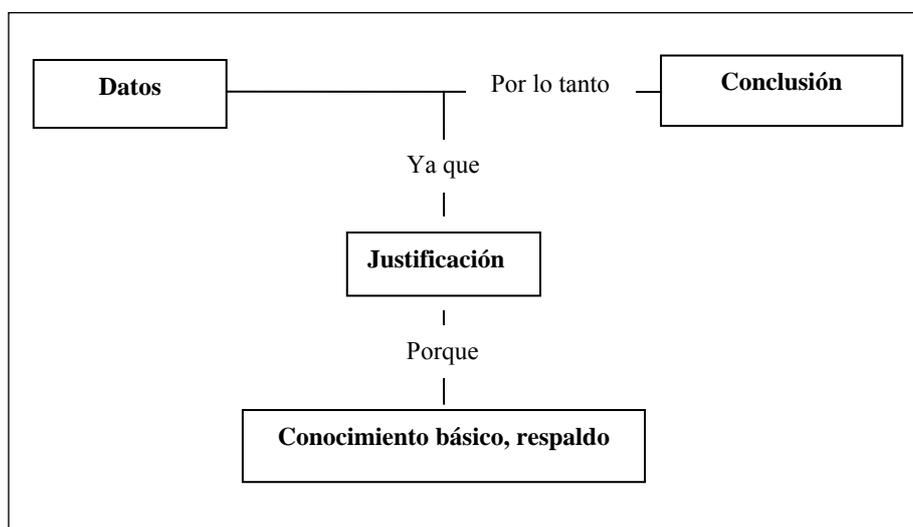


Figura 1. Los elementos constitutivos de un esquema de Toulmin.

La estrategia de recolección de datos para el análisis de lo ocurrido en la clase de laboratorio se centra en la observación directa.

El esquema argumentativo de Toulmin, (Figura 1) se utiliza para analizar las discusiones en uno de los grupos de estudiantes permitiendo estudiar como los alumnos a partir de los datos y observaciones que realizan en el laboratorio, elaboran justificaciones de las conclusiones a que arriban, utilizando como respaldo el conocimiento sobre Equilibrio Químico que están conceptualizando.

Partiendo de datos obtenidos o de fenómenos observados, justificados de forma relevante en función de razones fundamentadas en el conocimiento científico aceptado, se puede establecer una afirmación o conclusión (Sardá y otros, 2000; García de Cajén, 2007). Para aplicar dicho esquema, se han introducido modificaciones tomadas de Jiménez Aleixandre (1998), por considerarlas más adecuadas para el análisis del discurso de los alumnos durante el desarrollo del trabajo experimental.

Previo a la realización de la observación se analiza el contenido de la guía escrita de laboratorio, único material escrito de que disponen los estudiantes para orientarse en el desarrollo del trabajo. Este análisis permite al investigador orientar la realización de la observación y elaborar los esquemas argumentativos que se usarán como referentes para el estudio de las discusiones de los estudiantes mientras desarrollan el TPL. Para esta última tarea resulta útil también la información que se tiene del desarrollo del tema, a partir de analizar las clases teóricas previas a la de laboratorio. Dichos referenciales se presentan en el apartado siguiente a medida que avanza la discusión de los resultados

La guía presenta una introducción (Figura 2) en la que bajo el título *Fundamento*, se presentan cuatro preguntas, mediante las cuales se pretende hacer explícito para el estudiante, el conocimiento con el que ya vienen trabajando y que se espera poner en juego durante realización del trabajo práctico. El *Objetivo* plantea trabajar en la realización de predicciones, lo cual hace suponer que durante el desarrollo del trabajo práctico de laboratorio los alumnos habrán de discutir, intercambiar

ideas, elaborar justificaciones, utilizando el conocimiento sobre Equilibrio Químico de que disponen y que continuarán elaborando en esta instancia.

La técnica que se describe a continuación en la guía, plantea el estudio de la Influencia de la variación de la concentración sobre el equilibrio (a temperatura constante) y de la Influencia de la variación de temperatura

TRABAJO PRACTICO

EQUILIBRIO QUIMICO

Fundamento

¿Cuándo un sistema químico se encuentra en equilibrio?

¿Por qué es un equilibrio dinámico?

¿Qué sucede con el equilibrio y con la constante de equilibrio si se varía la concentración de alguna de las especies involucradas en el mismo?. Justifique mediante el análisis de Q.

¿Qué sucede con el equilibrio y con la constante de equilibrio si se varía la temperatura del sistema? Justifique

Objetivo

Estudiar y predecir el comportamiento de un sistema en equilibrio ante cambios de temperatura, concentraciones y/o medios de reacción.

Figura 2. Introducción de la Guía escrita del Trabajo Práctico

Para el primer estudio, como puede apreciarse (Figura 3), se indica cómo obtener la solución de partida e informa sobre los reactivos que intervienen, y sobre el color correspondiente a la formación del sulfocianuro férrico. No se hace explícito que el sistema alcanza el equilibrio dinámico, sino por la presentación de la ecuación: $\text{Fe}^{+3} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}]$.

a) A 250 mL de agua destilada colocados en un vaso de precipitados se le agrega 1 mL de solución de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ y 1 mL de KSCN. Se observará la aparición de una coloración roja debida a la formación de iones complejos, uno de los cuales es:



Se numeran cuatro tubos de ensayo y se coloca en cada uno de ellos:

- Tubo 1: 10 mL de la solución obtenida
- Tubo 2: 10 mL de la solución obtenida + 1 mL de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ (aq)
- Tubo 3: 10 mL de la solución obtenida + 1 mL de KSCN (aq)
- Tubo 4: 10 mL de la solución obtenida + 1 mL de AgNO_3 (aq)

Observar los cambios producidos y analizar el desplazamiento del equilibrio.

Figura 3. Parte a) de la técnica, correspondiente al estudio de la Influencia de la variación de la concentración sobre el equilibrio (a temperatura constante)

La segunda parte de la Guía, que no se presenta en este trabajo, corresponde al estudio de la influencia de la temperatura en el sistema en equilibrio y propone analizar el mismo sistema: $\text{Fe}^{3+}/\text{SCN}^-/[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}]$ cuando aumenta y disminuye la temperatura.

A modo de cierre, la Guía propone la elaboración de un informe escrito en el que se describan y justifiquen, mediante el análisis de Q, todos los cambios observados.

RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Influencia de la variación de la concentración de las especies intervinientes, sobre el equilibrio

Para la elaboración del referencial de Toulmin correspondiente a esta parte del trabajo de laboratorio (Figura 4) se tienen en cuenta que según lo planteado en la guía los datos suministrados (DS) serían:

- La aparición de color rojo con la formación del ión complejo $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ (producto de la reacción), al reaccionar solución de tiocianato de potasio y de nitrato férrico.
- La ecuación 1 que representa el proceso una vez alcanzado el equilibrio y propone trabajar con la solución obtenida, para observar y analizar los cambios que se producen.
- El agregado de solución acuosa de nitrato férrico.

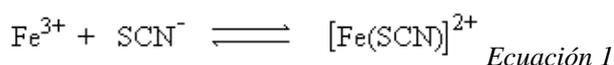
Analizaremos aquí sólo el caso del tubo 2 en el que la propuesta es el agregado de solución acuosa de nitrato férrico.

El cambio de coloración del sistema que habrá de observarse al adicionar la solución correspondiente, es aquí un dato empírico (DE).

Con estos datos y el conocimiento básico (CB) de que disponen, se espera que los estudiantes interpreten la intensificación del color y, por ende, la conclusión (C) de que el desplazamiento ocurre hacia la derecha, elaborando una justificación que conecte los datos con la conclusión.

El conocimiento básico (CB) que puede esperarse que pongan en juego los estudiantes y que se describe brevemente a continuación, corresponde al conocimiento anterior sobre conceptos y modelos relacionados, como así también al que están elaborando a partir de las clases teóricas previas al desarrollo de este trabajo práctico. Dicho CB ha de permitirles a los estudiantes, entre otras cuestiones:

- Reconocer que la ecuación que aparece en la parte a) de la guía (Ecuación 1) representa un sistema en equilibrio de formación/descomposición del complejo y que puede considerarse que dicho estado del sistema se ha alcanzado, a la temperatura ambiente, cuando el color se estabiliza



- Interpretar que en el recipiente de reacción, coexisten las tres especies ($[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$; Fe^{3+} ; SCN^-), en una relación de concentraciones que, a la T de trabajo, está dada por el valor de la constante de equilibrio (K).
- Interpretar que las concentraciones de equilibrio tanto antes como después de la adición de reactivo deben satisfacer la expresión de K.
- Reconocer que el agregado de solución acuosa de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ modifica la concentración de todas las especies presentes en la mezcla de reacción.
- Conocer el cociente de reacción (Q) y su relación con la K.
- Conocer el Principio de Le Chatelier.

En base a ese CB podría pensarse que una justificación de que se rompe el estado de equilibrio y después de un tiempo se recupera, habiendo ocurrido una modificación de la concentración de las especies presentes en el sistema (J1), se puede elaborar en términos de la relación entre el cociente de reacción (Q) y la constante de equilibrio (K). El equilibrio se rompe, el Q resulta menor que K, por lo tanto se desplaza el equilibrio en la dirección de aumento de la concentración de complejo, para que se recupere $K=Q$.

Otra justificación (J2) se podría expresar en términos del Principio de Le Chatelier

A partir de los registros de la observación directa de las discusiones de los alumnos de uno de los grupos de la clase a medida que realizan esta parte del trabajo práctico de laboratorio, se elaboran dos esquemas argumentativos: uno realizado previamente a que el profesor intervenga en la discusión y otro que incluye el aporte que a dicha discusión hace la presencia del docente y sus preguntas. Por razones de espacio sólo presentamos para este caso, el elaborado para la discusión de los estudiantes solos.

De la observación directa puede decirse que en general en el grupo hay poco intercambio de ideas entre los estudiantes. En la mayoría de los casos los aportes son realizados por el uno de ellos. Durante el diálogo que se plantea cuando observan el tubo que contiene la solución en equilibrio y se le agrega $Fe(NO_3)_3(aq)$, es el estudiante A1 quien relaciona el dato suministrado (DS) *-se añade Fe^{+3} -* con la conclusión (C) *-el equilibrio se desplaza de izquierda a derecha-*, justificándolo a través del aumento de *la formación de complejo*.

El desplazamiento del equilibrio de izquierda a derecha es justificado por el aumento de la formación de “más complejo”. En este caso el razonamiento que hace el alumno parece no considerar la coexistencia de dos reacciones ocurriendo simultáneamente. Sólo parece pensar en la influencia del cambio sobre la reacción directa: *“aumento concentración de reactivo entonces aumenta formación de complejo”*. Podría pensarse que no está pensado en términos de equilibrio, sino basándose en una concepción de reacción química irreversible. También puede estar justificando utilizando el principio de Le Chatelier de manera “mecánica”. Dicho Principio, no es expresado de forma explícita en el diálogo, pero podría interpretarse que A1 lo está empleando debido a que dice que al agregar reactivo, en el sistema *tiene que aumentar la formación de complejo*, como si estuviese queriendo indicar que el sistema ha de oponerse a la perturbación introducida.

En la Figura 5, se presenta el esquema elaborado a partir de las discusiones de los alumnos para interpretar lo que observan en el tubo 2.

Ante la escasa discusión que se desarrollaba en el grupo y algunas imprecisiones que había podido detectar, interviene el docente para reorientar la discusión y pregunta: *En el tubo 2 ¿qué pasó?*, a lo que el estudiante A3 responde: *Aumenta la concentración de ión Fe^{+3} y se oscurece*. Recién en esta intervención se explicita el dato empírico referido a la coloración más intensa de la solución contenida en el tubo de ensayo. El docente continúa insistiendo tratando de que justifiquen en términos del equilibrio químico, que reconozcan que el sistema inicial es un equilibrio dinámico y que identifiquen las especies que intervienen y que un agregado de solución acuosa al sistema en equilibrio modifica las concentraciones de todas las especies intervinientes. El estudiante A1 da en parte la respuesta que el docente estaba buscando al introducir la idea de que se favorece la reacción hacia la formación del complejo, basándose en la constante de equilibrio. Por último el docente realiza un cierre tratando de expresar el conocimiento que él espera que sus alumnos manifiesten.

Si comparamos el esquema Figura 5, con el referencial (Figura 4), se reconoce en los diálogos los datos suministrados referidos a la solución inicial y al color de la solución debida a la formación del complejo. El dato empírico que surge de la observación directa, se hace explícito en el diálogo con

la intervención del docente, sólo aparece una justificación (J1) referida al aumento de concentración de una de las especies y por lo tanto la formación de más complejo, pero queda en duda, el razonamiento realizado por el alumno para elaborar dicha justificación: puede haber utilizado concepción de reacción química. No se hace referencia a la relación entre Q y K. Tampoco se menciona el Principio de Le Chatelier pero se puede interpretar que es usado porque el alumno

expresa que al agregar el reactivo el sistema se desplaza en el sentido de oposición a dicho cambio. En cuanto al conocimiento básico, en dicho esquema, se incluye la ecuación que representa al proceso de formación del complejo, que aparece en la guía escrita. También se podría considerar el conocimiento de Q y su relación con la constante de equilibrio K, teniendo en cuenta lo expresado por el alumno al responder las preguntas presentadas en el inicio de la guía.

Los esquemas de Toulmin presentados anteriormente han permitido conocer los elementos que aparecen en los argumentos y las relaciones que se establecen entre los mismos, lo que permite analizar cómo los alumnos elaboran los argumentos para justificar los cambios de color observados en el sistema estudiado.

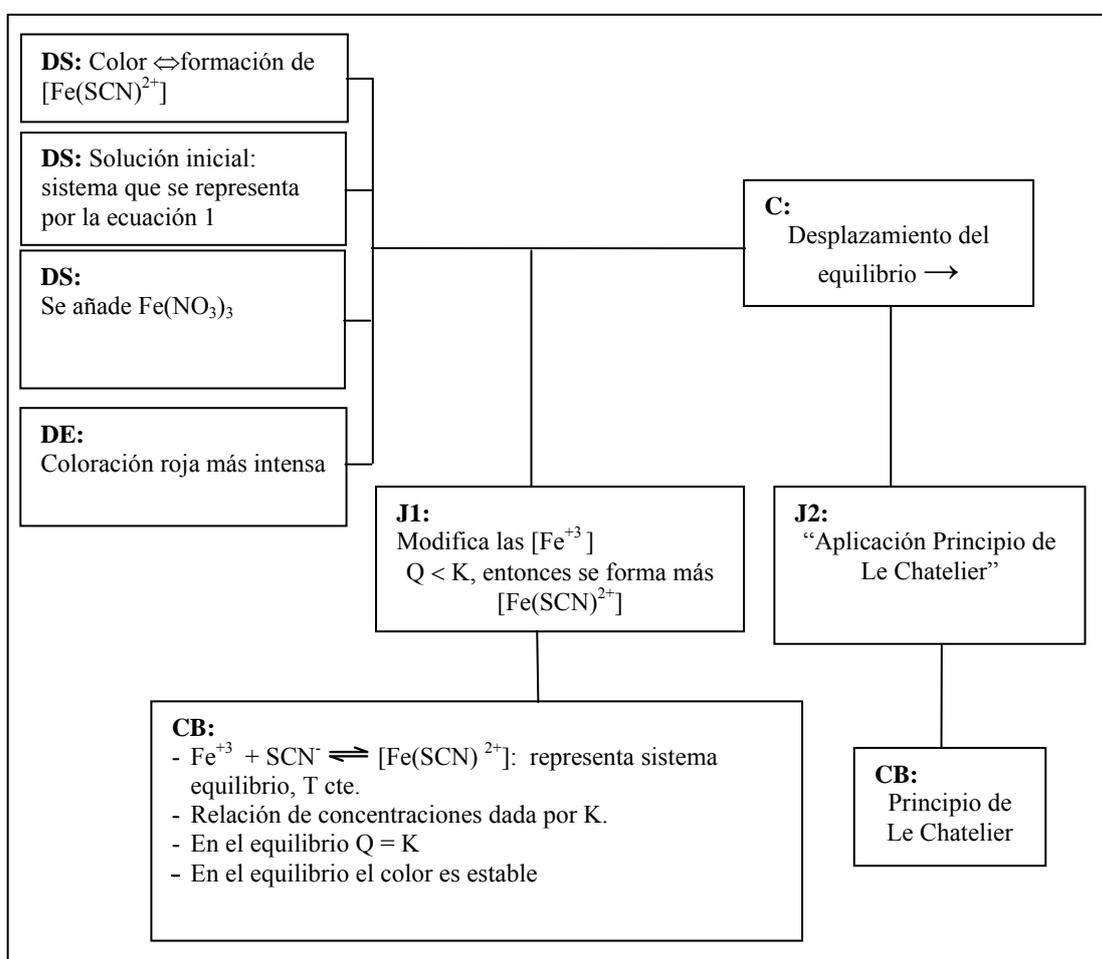


Figura 4. Esquema referencial correspondiente al agregado nitrato férrico

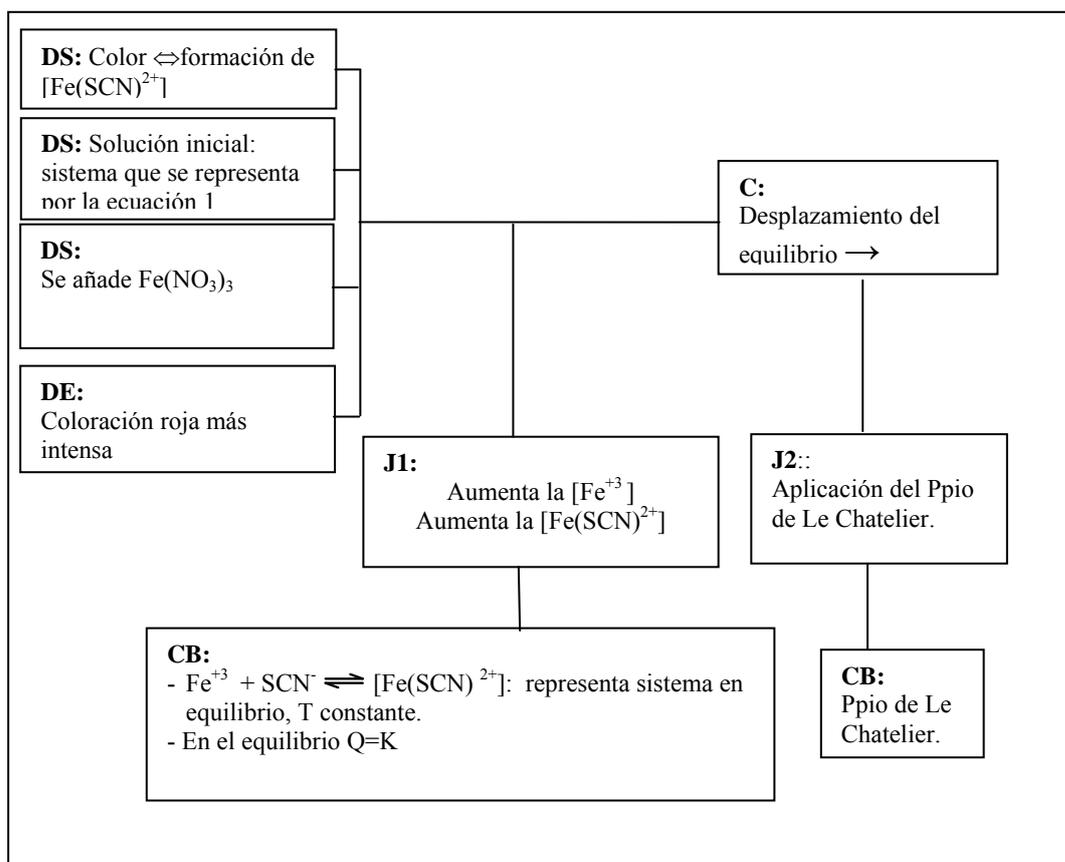


Figura 5. Esquema elaborado a partir de las discusiones de los alumnos para el tubo

IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

Teniendo en cuenta que es un tema que presenta dificultades, que los estudiantes están iniciándose en el aprendizaje del mismo y que con el desarrollo de este trabajo práctico de laboratorio se apuntaría a que continúen conceptualizando, el docente debería tener en cuenta todo esto y funcionar como “soporte” de esa conceptualización, asumiendo que los estudiantes están en diferente nivel de conocimiento del tema y de los conceptos y modelos asociados, como así también de los procedimientos cognitivos que han de poner en juego.

Sería importante que a medida que se desarrolla el trabajo práctico de laboratorio el docente indague más acerca de lo que cada alumno va construyendo en relación a la interpretación de sistema químico en equilibrio, su dinamismo, la composición constante, entre otras características. (Rocha, 2008). Trabajar más la idea de sistema en equilibrio dinámico en relación con la representación de la ecuación presentada en la guía y discutir cómo se puede reconocer dicho estado, a temperatura ambiente, considerando la estabilización del color, son otras de las cuestiones a tener en cuenta en el desarrollo de este trabajo práctico. Se debería instar a los alumnos a que usen la relación entre la constante de equilibrio y el cociente de reacción para analizar el comportamiento del sistema en equilibrio químico, al cambiar las condiciones de trabajo. También se debería solicitar a los alumnos que expresen sus ideas respecto de la diferencia entre concentración y masa, aprovechando por ejemplo, los momentos de las discusiones en las que se trabaja con la constante de equilibrio.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, S. M., Carlino, P. C. (2004). La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 252-262.
- Barberá, O., Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- García de Caján, S. (2007). Perfiles argumentativos sobre transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica: Currículo, Libros de texto y Profesorado. Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Gorodetsky, M., Gussarsky, E. (1986). Misconceptualization of the chemical equilibrium concept as revealed by different evaluation methods. *European Journal Science education*, 8(4), 427-441.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 16 (2), 203-216.
- Jonhstone, A.; Mac Donald, J., Webb, G. (1977). Chemical Equilibrium and its conceptual difficulties. *Education in Chemistry* 14, 169.
- Mantovani, V; Rodil, B; Cámara, M.; De Zan, M.; Robles, J., Goicochea H. (2003). El desafío de la calidad: un mensaje pedagógico básico para el trabajo experimental en Química Analítica. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 215-222.
- Quílez Pardo, J., San José López, V. (1993). Errores Conceptuales en el Estudio del Equilibrio Químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del Principio de Le Chatelier. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1).
- Rocha A.; García-Rodeja, E.; Scandrolí, N., Domínguez C, J. (2000). Propuesta para la enseñanza del equilibrio Químico. *Educación Química* 11(3), 343-352.
- Rocha, A. (2008). *Diseño de una propuesta didáctica y su contribución a la enseñanza y aprendizaje del tema Equilibrio Químico, para alumnos que ingresan en la Universidad*. Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Sardá, J. A., Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 405-422.
- Tamir, P., García Rovira, M. P. (1992). Características de los ejercicios prácticos de laboratorio incluidos en los libros de textos de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias* 10 (1), 3-12.
- Van Driel, J.; De Vos, W.; Verloop, N., Dekkers, H. 1998. Developing secondary students' conceptions of Chemical reactions: the introduction of Chemicals equilibrium. *International Journal Science Education* 20 (4), 379-392.