

Comparando la tabla periódica con un calendario: posibles aportaciones de los estudiantes al diálogo de construcción de analogías en el aula

Comparant la taula periòdica amb un calendari: possibles aportacions dels estudiants al diàleg de construcció d'analogies a l'aula

Comparing the periodic table with the calendar: possible students contributions for developing and communicating analogies in the classroom

José María Oliva / Universidad de Cádiz. Departamento de Didáctica. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.



resumen

En este artículo se propone la analogía entre el sistema periódico y un calendario a la hora de abordar la enseñanza de la clasificación de los elementos químicos. Se analiza, además, el grado de comprensión autónoma alcanzado por alumnos de segundo curso de la educación secundaria obligatoria a partir de la presentación de dicha analogía. Los resultados aportados muestran una comprensión parcial del sentido de la analogía, si bien la esencia de la misma parece ser captada por una parte importante de los alumnos.

palabras clave

Analogías, comprensión de los alumnos, periodicidad, símiles, sistema periódico.

resum

En aquest article es proposa l'analogia entre el sistema periòdic i un calendari a l'hora d'abordar l'ensenyament de la classificació dels elements químics. S'analitza, a més a més, el grau de comprensió autònoma assolit pels alumnes de segon curs de l'educació secundària obligatòria a partir de la presentació d'aquesta analogia. Els resultats aportats mostren una comprensió parcial del sentit de l'analogia, si bé l'essència de la mateixa sembla ser captada per una part important dels alumnes.

paraules clau

Analogies, comprensió dels alumnes, periodicitat, similituds, sistema periòdic.

abstract

In this paper, the analogy between the periodic table and the calendar is suggested as an approach to the teaching of the classification of the chemical elements. Also, the degree of self comprehension reached from the analogy for 13-14 year old students is analysed. The data provided shows only a partial understanding of the analogy, but the essence seems to be captured for a lot of students.

keywords

Analogies, students' understanding, periodicity, similarities, periodic table.

Introducción

Una parte considerable de los estudios sobre la enseñanza de las ciencias se fundamenta en la idea de un cambio conceptual como proceso de exploración y cuestionamiento de las concepciones iniciales de los alumnos provenientes de su conocimiento cotidiano. Sin embargo, como han sugerido numerosos autores, estas estrategias corren el peligro de hacernos olvidar una de las premisas básicas del constructivismo, como es la de enseñar a partir de lo que el alumno sabe, desplazándose la atención hacia enseñar a partir de lo que el alumno no sabe o «sabe mal» (Oliva, 1999). En este sentido, muchos autores creen factible la idea de un cambio a partir de aquellas ideas que el alumno mantiene y que son correctas, o parcialmente correctas, dentro del contexto escolar, al considerarlas potencialmente útiles como punto de anclaje para el aprendizaje de nuevas ideas (Clement et al., 1989).

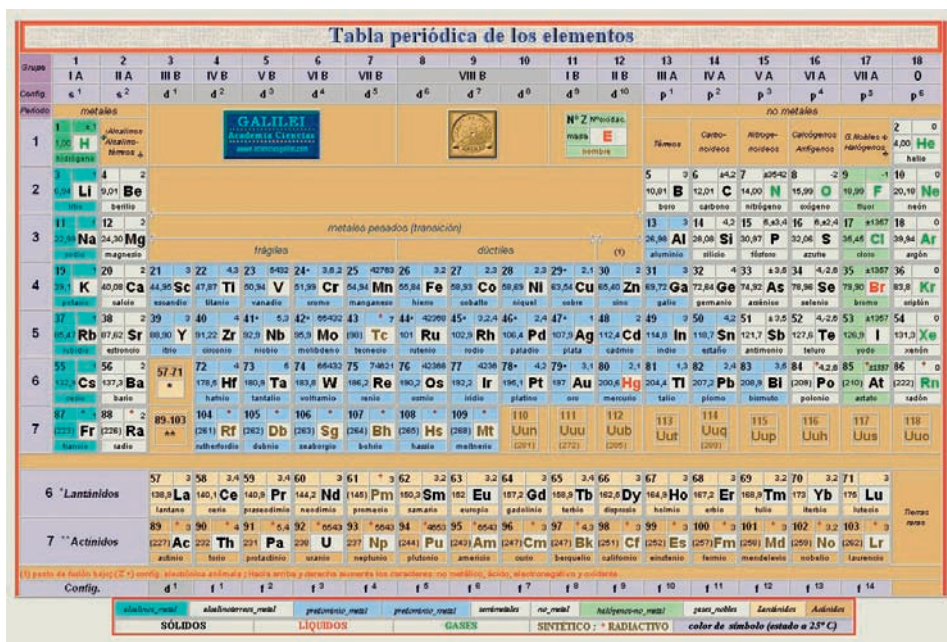
Al hilo de ello, hay que destacar el importante papel que juegan las analogías en el aprendizaje de los alumnos (Posner et al., 1982;

Treagust et al., 1992; Brown, 1994; Oliva y Aragón, 2009). A través de ellas, los conocimientos previos son utilizados como instrumentos de asimilación del nuevo conocimiento y en los procesos de modelización (Justi y Gilbert, 2002), más que como una vía para negarlos y ponerlos en evidencia. En este contexto, las analogías sirven como recurso para comprender una determinada noción o fenómeno, que se denomina *objeto o blanco*, a través de las relaciones que establece con un sistema «análogo» que resulta para el alumno más conocido y familiar (Dagher, 1995).

En este trabajo se pretenden delimitar concepciones iniciales provenientes del conocimiento cotidiano del alumno que podrían ser útiles como germen sobre el que construir conocimientos en un dominio específico dado a través de analogías. Más concretamente, se trata de delimitar aquellas ideas sobre la estructura y naturaleza de un calendario que podrían servir de base para construir analogías que faciliten la comprensión sobre la clasificación periódica de los elementos químicos y la idea de *periodicidad*.

Todo ello desde un enfoque en el que los alumnos jueguen un papel activo y creativo en la elaboración de la analogía, a través de la interacción y el diálogo entre los propios alumnos y entre éstos y el profesor (Cachapuz, 1989; Brown, 1994; Yerrick et al., 2003; Justi y Cardoso, 2008). Se trataría, de este modo, de que la analogía se convirtiera en un apoyo para la construcción de conocimientos en el sentido deseado (Duit, 1991; Stavy y Tirosh, 1993) y, a la vez, como instrumento para el desarrollo del pensamiento modelizador del alumno (Oliva y Aragón, 2009).

En este marco, cabe la pregunta de si los alumnos serán capaces de participar activamente en la elaboración de las analogías en el aula, realizando propuestas e intervenciones que conduzcan a crear entornos de aprendizaje favorables. Nuestra perspectiva es que, ante determinado tipo de analogías estimulantes, y en un ambiente de aula que propicie la participación y la iniciativa del alumno y su diálogo con el profesor, sí será posible dicha participación activa y creativa en la construcción de analogías.



| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| L | M | X | J | V | S | D |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |

Figura 1. Formato gráfico mediante el cual se sugirió el símil propuesto.

La analogía entre la tabla periódica y un calendario

El símil presentado se basa en una analogía propuesta por Goh y Chia (1989) y adopta una forma meramente visual (figura 1), acompañándose de preguntas que guían su proceso de interpretación. Las preguntas plantean cuestiones sobre las similitudes y diferencias entre ambos sistemas, así como sobre las posibles correspondencias entre ellos.

Para entender el significado y la utilidad de la tabla periódica, la podríamos comparar con un calendario.

Como se desprende de la figura 1, el sistema periódico y la página de un calendario comparten, por una parte, una similitud estructural, al presentar un formato gráfico semejante (con números, filas, columnas, colores, etc.) que puede ayudar a establecer lazos y puentes de unión entre un sistema y otro. Así, mientras que en la tabla periódica las casillas aparecen numeradas de izquierda a derecha y de arriba abajo por el número atómico, en el calendario las casillas aparecen también numeradas y ordenadas según los días del mes. Además, mientras que en la tabla periódica aparecen símbolos (de los elementos) y casillas con distintos colores, en el calendario aparecen también marcados números con distintas coloraciones.

Pero, bajo esta similitud superficial, subyacen semejanzas mucho más profundas, como son aquéllas que operan a nivel funcional, esto es, que apelan al funcionamiento o modo de operar de los sistemas que se comparan. Así, mientras que en la tabla de los elementos se esconde una periodicidad en las propiedades de los elementos que contiene, el calendario encierra también una periodicidad en el tipo de cosas que nos ocurren diariamente. Así, los distintos días de la

semana vienen caracterizados por rutinas, más o menos fijas, que marcan regularidades en nuestro modo de vida y en el de los alumnos. De igual modo que en la tabla periódica las propiedades se repiten parcialmente en los elementos químicos de un mismo grupo o familia, los acontecimientos y rutinas diarias se repiten semanalmente de forma aproximada para los alumnos: las mismas asignaturas en la escuela, los mismos programas y series de televisión, las mismas actividades extraescolares, etc. En resumen, podemos decir que el sistema del calendario refleja analógicamente dos elementos clave de la idea de *periodicidad*: el orden y la regularidad.

Pero, como en toda analogía, junto a esta similitud encontramos también diferencias a tener en cuenta en la construcción de

la analogía. Así, aparecen diferencias en el número de columnas, de filas y de casillas, como también en la propia esencia de lo que cada sistema representa.

En conjunto, y a modo de hipótesis, cabe esperar que la analogía planteada constituya un referente potente para la construcción de la idea de *periodicidad* de las propiedades de los elementos químicos y, a partir de ahí, encontrarle un sentido y una utilidad al sistema actual de clasificación periódica de los elementos químicos.

Mediante el estudio que sigue, pretendíamos averiguar si alumnos que todavía no habían abordado, en el contexto escolar, contenidos sobre la tabla periódica serían capaces de encontrar algún sentido al símil entre la tabla periódica y el calendario, aportando ideas con las que

El sistema periódico y la página de un calendario comparten, por una parte, una similitud estructural, que puede ayudar a establecer lazos y puentes de unión entre un sistema y otro. Pero, bajo esta similitud superficial, subyacen semejanzas mucho más profundas que operan a nivel funcional

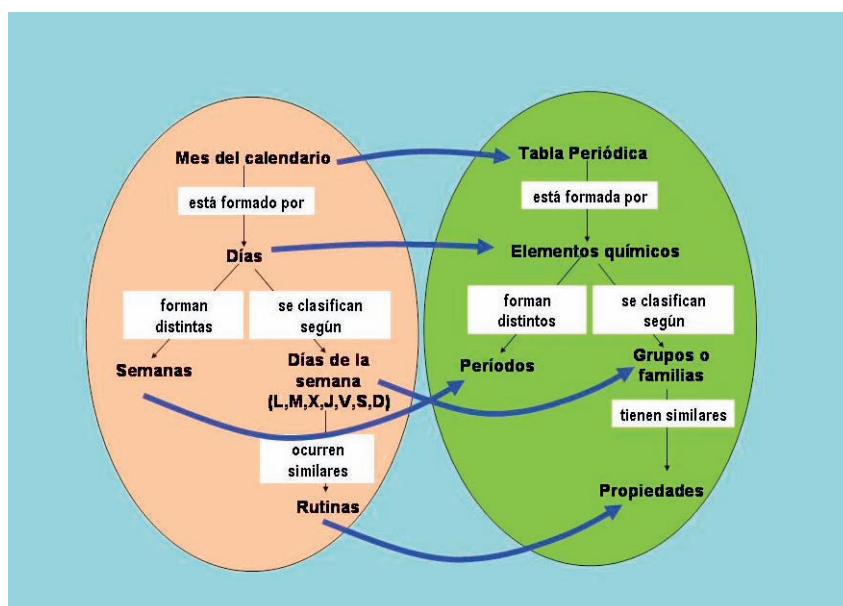


Figura 2. Relaciones implicadas en la analogía entre la tabla periódica y un calendario.

entablar un diálogo en el aula que facilitara la construcción profunda de la analogía. Su intención, evidentemente, era sondear la potencialidad de la analogía planteada con vistas a su inserción dentro de una propuesta didáctica articulada en la que los alumnos aprendieran de forma guiada por el profesor.

Diseño de la investigación

La muestra objeto de estudio estuvo constituida por treinta y siete alumnos pertenecientes a dos grupos de 2º de ESO de un instituto de secundaria de nivel socioeconómico medio. Éstos se eligieron precisamente en función de la circunstancia de no haber abordado todavía en el curriculum el tema de la clasificación periódica de los elementos, por lo que cualquiera de las ideas puestas en juego durante la elaboración de la analogía debería provenir de sus propios puntos de vista intuitivos, no de un aprendizaje formal. De hecho, apenas habían iniciado sus estudios sobre química, habiendo abordado sólo nociones sobre *mezcla*, *compuesto*, *elemento* y *cambio químico*. Estaban familiarizados con los nombres y símbolos de algunos de los elementos químicos, pero no habían estudiado todavía nada acerca de la naturaleza y la estructura de la tabla periódica, como tampoco acerca de la estructura interna del átomo ni del enlace químico.

La técnica de recogida de información consistió en un cuestionario escrito (tabla 1) que tenía como propósito ofrecer un cauce para que los alumnos dejaran constancia de sus ideas y reflexiones en torno al símil propuesto. Las preguntas estaban planteadas en coherencia con los distintos mecanismos previstos para la construcción de analogías según el modelo TWA (*teaching with analogies*) (Glyn, 1991). Tales mecanis-

1. Indica todas las semejanzas o cosas que encuentres en común entre la tabla periódica y un calendario.

2. Señala también qué diferencias observas entre la tabla periódica y el calendario.

3. Como habrás visto, entre la tabla periódica y el calendario existen algunas semejanzas y algunas diferencias. Para entender mejor la utilidad de la tabla periódica, vamos a realizar una comparación entre ambos fijándonos en algunas de las semejanzas. En el siguiente recuadro, une mediante líneas los conceptos que aparecen en la columna de la izquierda con los que aparecen en la de la derecha.

| Tabla periódica | Calendario |
|---|--|
| Elementos químicos | Cada uno de los días del mes |
| Filas horizontales (períodos) | Días de la semana (L, M, X, etc.) |
| Columnas verticales (familias o grupos) | Cosas que te ocurren a lo largo de un día |
| Propiedades de cada elemento | Semanas del mes (primera semana, segunda semana, etc.) |

4. ¿Qué conclusiones puedes obtener sobre las propiedades de los elementos que se encuentran en la misma columna?

5. Según esta conclusión, ¿por qué crees que se denomina *periódica* la tabla de los elementos químicos?

Tabla 1. Cuestionario.

mos servirán, asimismo, en el apartado de resultados de este trabajo, como hilo conductor para presentar los datos obtenidos.

El hecho de que los alumnos, como consecuencia de su interacción con la analogía y el cuestionario, pudieran evidenciar muestras de aprendizaje debiera entenderse como un indicador del potencial de la propia tarea y de la situación planteada, lo cual constituye precisamente la hipótesis central que dirige la investigación.

La mayoría de las comparaciones fue de carácter estructural, referidas a semejanzas visuales o aparentes, que se pueden apreciar observando y comparando los sistemas implicados en la analogía

Resultados y discusión

Las respuestas individuales al cuestionario nos aportan una primera aproximación al sentido que, individualmente y de forma totalmente autónoma, los alumnos darían al símil propuesto.

Estableciendo los puntos de semejanza entre la tabla periódica y el calendario

La primera pregunta iba destinada a comprobar qué tipo de semejanzas serían capaces de identificar entre los dos sistemas objeto de comparación. En conjunto, los alumnos fueron capaces de proponer ciento diez similitudes, un promedio de casi tres similitudes por alumno. La tabla 2 sintetiza los resultados correspondientes, atendiendo a criterios de categorización, con dos categorías de respuestas y varias subcategorías.

La mayoría de las comparaciones (alrededor de dos tercios) fue de carácter estructural, esto es, referidas a semejanzas visuales o aparentes, que se pueden apreciar simplemente observando y comparando los sistemas implicados en la analogía. Ello se justifica desde la impronta visual que produce la simple comparación aparente de uno y otro sistema.

La comparación estructural mayoritaria se correspondía con la percepción de una numeración correlativa y una ordenación que, en ambos casos, sigue las mismas pautas, de izquierda a derecha y de arriba abajo:

- Los dos están ordenados y en ambos casos empiezan por el 1.
- Que los números van hacia la derecha y los elementos también.

A esta subcategoría le sigue otra referida al carácter tabular de ambos sistemas, los cuales se organizan de forma parecida, según filas y columnas:

- Están hechos por columnas y filas.
- Que las dos son tablas.

Finalmente, encontramos alusiones referidas a elementos comunes de contraste, normalmente colores, abreviaturas o símbolos:

- Si te fijas en la tabla periódica, hay letras de color rojo, negro, verde, y cada una significa algo diferente. Esto es lo que pasa con el calendario: los días festivos (puentes, etc.), de verde; todos los días libres internacionales, en rojo, y el resto, en negro.
- Hay días diferentes, como festivos y domingos. En la tabla periódica también: metales pesados, frágiles, etc. También en ambos casos hay símbolos y letras.

Frente a ellas, las similitudes funcionales fueron bastante más escasas, abarcando sólo una de cada cinco semejanzas establecidas. Ello muestra la mayor complejidad que siempre encierra el hecho de establecer relaciones

| Categorías de respuesta | Subcategorías | % (N = 37)* | % (N' = 110)** | |
|--|---|-------------|----------------|------|
| E. Similitudes o conexiones estructurales | E1. En ambos casos aparece una numeración que sigue un orden o evolución en la misma dirección y sentido. | 78,4 | 26,4 | 69,1 |
| | E2. En ambos casos se trata de una tabla con filas, columnas y casillas. | 62,2 | 20,9 | |
| | E3. Ambos presentan aspectos diferenciales (normalmente se refieren a colores). | 43,2 | 14,5 | |
| | E4. En ambos casos aparecen abreviaturas con letras o símbolos identificativos. | 21,6 | 6,4 | |
| F. Similitudes o conexiones funcionales | F1. Realizan correspondencias entre elementos de uno y otro sistema, más que establecer similitudes. | 48,6 | 16,3 | 19,9 |
| | F2. En ambos casos se aprecia una clasificación. | 10,8 | 3,6 | |
| Otras: conexiones confusas, irrelevantes o desviadas | | 37,8 | 12,7 | 12,7 |

* Respecto al total de los alumnos de la muestra.

** Respecto al total de las similitudes propuestas por el conjunto de la muestra.

Tabla 2. Visiones individuales de los alumnos de 2º de ESO sobre las semejanzas entre la tabla periódica y un calendario.



Buscando analogías entre la tabla periódica y un calendario.

más profundas que afecten al significado y el funcionamiento de los dos sistemas que se comparan (Curtis y Reigeluth, 1984; Jarman, 1996). Con todo, aun siendo más escasas, éstas son formuladas por más de la mitad de los alumnos. Por ejemplo, casi la mitad de los alumnos fue capaz de establecer correspondencias de este tipo entre uno y otro sistema:

- Las columnas verticales y los días de la semana y sus propiedades son lo que se supone que ocurre cada día.
- Cada cosa que te ocurre a lo largo del día son las características de cada elemento.

Puede verse que, junto a conexiones más inmediatas, probablemente realizadas a remolque de algunas semejanzas estructurales, como la de relacionar días de la semana con columnas de la tabla periódica, aparecen otras mucho más profundas, como la de asociar las propiedades de los elementos con los sucesos, acontecimientos y rutinas que nos ocurren a lo largo de cada día, alcanzando así un sentido pleno la analogía planteada.

Por otra parte, uno de cada diez alumnos apreciaba en ambos casos un intento de clasificar cosas, lo cual resulta curioso, porque en ningún caso se habló de «clasificación periódica», sino de «tabla periódica»:

- Que en el calendario también se clasifica.
- Ambas cosas señalan la clase en la que están.

Finalmente, cabe comentar que alrededor de una de cada ocho semejanzas establecidas fue confusa, irrelevante o desviada de los propósitos y pretensiones de la analogía planteada.

Estableciendo diferencias entre los dos sistemas objeto de comparación

La segunda pregunta planteada perseguía comprobar en qué

medida los alumnos serían capaces de establecer diferencias entre los dos sistemas objeto de comparación. En este sentido, conviene señalar que el número de diferencias establecido fue mucho menor que el de semejanzas, concretamente sólo un promedio de 1,7 diferencias por alumno, si bien, en este caso, el desequilibrio manifestado antes entre comparaciones estructurales y funcionales se ve sensiblemente amortiguado. Es probable que ello sea debido a que la necesidad de establecer diferencias puede inducir a los alumnos a buscar límites para la analogía, lo cual les lleva hasta un nivel de profundidad mayor que al que se accede cuando simplemente se detectan semejanzas.

Entrando de lleno en la naturaleza de las diferencias establecidas, hemos de resaltar que las discrepancias mayoritarias de carácter estructural establecidas entre ambos sistemas se refieren a la percepción de una mayor complejidad aparente de la tabla periódica respecto al calendario. Concretamente, una parte importante de los alumnos formuló diferencias en este sentido:

- Que en la tabla periódica aparecen muchos más signos, letras y números. Es mucho más compleja.
- Que la tabla periódica es más compleja y con más cosas que un calendario.

Al lado de ellas, encontramos también discrepancias estructurales que aludían al diferente número de casillas o de filas y columnas de uno y otro caso:

- Que la tabla periódica tiene dieciocho números horizontales y el calendario tiene siete. La tabla periódica tiene [...] más de cien casillas y el calendario tiene treinta y cuatro.
- El calendario tiene treinta números [treinta y uno] y la tabla, más de ciento nueve.

Además, aparecen diferencias que aluden a aspectos superficiales y aparentes, como el número de colores o la inclusión de nombres, y algunas también que apuntan hacia la invariancia de la tabla periódica en contraste con el continuo cambio en la apariencia del calendario en función del mes y del año.

Por otro lado, dentro de las diferencias funcionales, muestran su total hegemonía aquéllas que señalan la inclusión de «días» o «números de días» en un caso y de «elementos químicos» en el otro:

- Que en la tabla periódica se señalan los elementos químicos y en el calendario, días.
- Que en una tabla periódica hay átomos y en un calendario, números y días de la semana.

Además, encontramos otras diferencias minoritarias que aluden a divergencias en los criterios de clasificación seguidos en uno y otro caso:

- [...] que la tabla se clasifica según el grupo al que pertenecen, y los días, según sean lunes, martes, etc.
- Calendario indica número. Tabla periódica indica gases, líquidos, sólidos...

La tabla 3 sintetiza los resultados correspondientes siguiendo criterios de categorización parecidos a los empleados en la tabla 2.

Completando la analogía

En la tercera tarea propuesta, los alumnos debían de completar la analogía emparejando una serie de elementos presentados del objeto y del análogo (tabla 1). Concretamente, se presentaban cuatro de cada uno, esperándose que se relacionaran los días del mes con los elementos químicos, los días de la semana (lunes, martes, etc.) con los grupos o familias, las semanas del mes con los distintos períodos y, finalmente, las rutinas y acontecimientos diarios que nos ocurren

| Categorías de respuesta | Subcategorías | % (N = 37)* | % (N' = 63)** | |
|---|--|-------------|---------------|------|
| E. Diferencias estructurales | E1. Se señalan diferencias en la complejidad aparente de uno y otro sistema. | 43,2 | 25,4 | 63,5 |
| | E2. Se alude a diferencias en el número de casillas, filas y columnas. | 32,4 | 19,0 | |
| | E3. Se alude a diferencias en elementos superficiales (normalmente se refieren a colores o trazos de líneas). | 27,0 | 15,9 | |
| | E4. Se advierte que la tabla periódica permanece estable, pero que el calendario varía de un mes para otro y de un año al siguiente. | 5,4 | 3,2 | |
| F. Diferencias funcionales | F1. Se señala que, en un caso, se representan días o números de días, y en el otro, elementos químicos. | 37,8 | 22,2 | 25,4 |
| | F2. Se advierte que los criterios de clasificación son diferentes. | 5,4 | 3,2 | |
| Otras: diferencias confusas, irrelevantes o desviadas | | 18,9 | 11,1 | 11,1 |

* Respecto al total de los alumnos de la muestra.

** Respecto al total de las similitudes propuestas por el conjunto de la muestra.

Tabla 3. Visiones individuales de los alumnos de 2º de ESO sobre las diferencias entre la tabla periódica y un calendario.

| (a) | | (b) | |
|---|------------|--|------------|
| Conexiones realizadas | % (n = 37) | Número de conexiones adecuadas realizadas por alumno | % (n = 37) |
| Identifica los elementos con los días del mes | 73,0 | Identifican las cuatro asociaciones | 43,2 |
| Identifica períodos con semanas | 56,8 | Identifican tres asociaciones | 0 |
| Identifica familias con días de la semana (L, M, X, etc.) | 45,9 | Identifican dos asociaciones | 37,8 |
| Identifica propiedades de los elementos con acontecimientos y rutinas del día | 89,2 | Identifican sólo una asociación | 13,5 |
| | | No identifican ninguna | 2,7 |
| | | Identificaciones confusas e ininteligibles | 2,7 |

Tabla 4. Establecimiento de asociaciones en la construcción de análogos.

con las propiedades de los elementos. En realidad, tal y como se ha podido ver en las tareas anteriores, algunos alumnos habían establecido ya espontánea-

mente correspondencias de este tipo. La tabla 4a recoge los porcentajes de alumnos que establecieron cada asociación, mientras que la tabla 4b nos muestra la

distribución de los porcentajes de alumnos que establecieron, en el sentido esperado, una, dos, tres o cuatro asociaciones, respectivamente.

Como se puede ver, ninguna asociación pudo ser realizada por la totalidad de los alumnos, mostrándose algunas de ellas más accesibles que otras. Sorprendentemente, la asociación más extendida fue, justamente, la que creíamos más compleja y que en el fondo constituía el núcleo duro de la analogía establecida. Nos referimos a la conexión entre las propiedades de los elementos y las rutinas que vivimos diariamente. Concretamente, la sugirieron nueve de cada diez alumnos, proporción que muestra el alto nivel de elaboración de la analogía por el conjunto de la muestra, al menos en este aspecto central.

Sin embargo, las asociaciones entre períodos y semanas y entre familias y días de la semana fueron realizadas por una proporción bastante menor; concretamente, por sólo alrededor de la mitad de la muestra. Y es que, en un cierto número de casos, los alumnos invirtieron los componentes de estos pares, correlacionando períodos con días de la semana y grupos o familias con días del mes. Ello fue debido a la coincidencia existente entre el número de días de la semana (siete) con el número de períodos de la clasificación periódica.

En conjunto, algo menos de la mitad de la muestra llegó a establecer la totalidad de las asociaciones previstas, lo cual muestra que la analogía no pudo ser establecida de forma íntegra por más de la mitad de la muestra. Frente a ello, una proporción algo menor llegó a establecer correctamente dos de las cuatro asociaciones posibles, relacionando normalmente elementos con días del mes y propiedades con aconteci-

Algo más de la cuarta parte de los alumnos fue capaz de señalar explícitamente que elementos de un mismo grupo o familia tienen propiedades semejantes. Una parte de estos alumnos estableció una relación de identidad, más que de similitud, entre las propiedades de los elementos de un mismo grupo. Ello indica una asimilación parcial de la idea de *periodicidad*

mientos y rutinas. El resto de los alumnos fue capaz de establecer sólo una o ninguna de las asociaciones adecuadas previstas.

Proyectando conclusiones del objeto al análogo

Las tareas 4 y 5 del cuestionario pretendían proyectar conclusiones del objeto al análogo, una vez trazada la correspondencia entre elementos de uno y otro dominio. Concretamente, en la tarea 4 se esperaba que los alumnos concluyesen que todos los elementos de un mismo grupo o familia comparten propiedades parecidas. Mientras tanto, en la tarea 5 se esperaba que los alumnos identificaran la idea de *periodicidad* de la tabla con la de *periodicidad* en las propiedades cada vez que se salta de un período al siguiente.

En este contexto, hay que decir que las conclusiones que fueron capaces generalmente de formular los alumnos trabajando de forma autónoma al completar los cuestionarios fueron bastante pobres e imprecisas (se muestran

| (a) | | (b) | |
|---|------------|--|------------|
| ¿Qué puede decirse acerca de las propiedades de los elementos de una misma columna? | % (n = 37) | ¿Por qué se denomina periódica la tabla de los elementos? | % (n = 37) |
| Se alude simplemente a que se trata de elementos del mismo grupo | 35,1 | Se alude a la existencia de un orden | 24,3 |
| Se alude a que los elementos del mismo grupo comparten propiedades parecidas | 27,0 | Se alude a repeticiones periódicas, pero no se indica de qué | 16,2 |
| Se alude a que los elementos del mismo grupo están hechos de lo mismo | 8,1 | Se insinúa o se dice claramente que son los elementos los que se repiten | 16,2 |
| Otras respuestas | 10,8 | Se alude a un factor temporal | 16,2 |
| Respuestas en blanco | 18,9 | Se alude explícita o implícitamente a que son las propiedades las que se repiten | 8,1 |
| | | Otras respuestas | 10,8 |
| | | Respuestas en blanco | 8,1 |

Tabla 5. Conclusiones obtenidas a partir de la analogía.

en la tabla 5). Por ejemplo, sólo algo más de la cuarta parte fue capaz de señalar explícitamente que elementos de un mismo grupo o familia tienen propiedades semejantes:

- Que deben ser parecidos, tener cosas en común o que se repiten.
- Que algunos son de metales frágiles y dúctiles [...]. Vamos, que se clasifican por sus propiedades.
- Que tienen las mismas propiedades.

Frente a ellos, una parte de estos alumnos estableció una relación de identidad, más que de similitud, entre las propiedades de los elementos de un mismo grupo. Ello indica una asimilación parcial de la idea de *periodicidad* en el sentido en el que se sostiene desde las diferentes tablas periódicas, desde la de Mendeleiev hasta la actualidad.

Por otro lado, más de un tercio de los alumnos dio respuestas un tanto ambiguas. Algunos se limitaban a admitir que los elemen-

tos de una misma columna comparten el mismo grupo, su misma familia o, en el mejor de los casos, que tienen algo en común. Sin embargo, no llegaron a perfilar las propiedades de los elementos como precisamente aquello en lo que se aproximan.

Además, pudimos constatar que una pequeña parte de los alumnos aludía a que los elementos de un mismo grupo están en realidad hechos de lo mismo, elevando a su máximo exponente la idea de *similitud* o *semejanza* entre elementos de la misma columna; desde luego, en un sentido que se aleja del que le otorga la ciencia a la clasificación de los elementos:

- Que son del mismo material.
- Que están formados por átomos iguales.

Junto a todo ello, se detectan también respuestas centradas en aspectos irrelevantes o confusos.

En cuanto al carácter periódico de la tabla (tarea número 5 del

anexo), sólo uno de cada doce alumnos alude, de forma más o menos explícita, a repeticiones en las propiedades a lo largo de la tabla:

- Porque las propiedades se repiten en las columnas.
- Porque su grupo indica si es un metal o si es un líquido o un gas y te indica dónde está situado y demás.

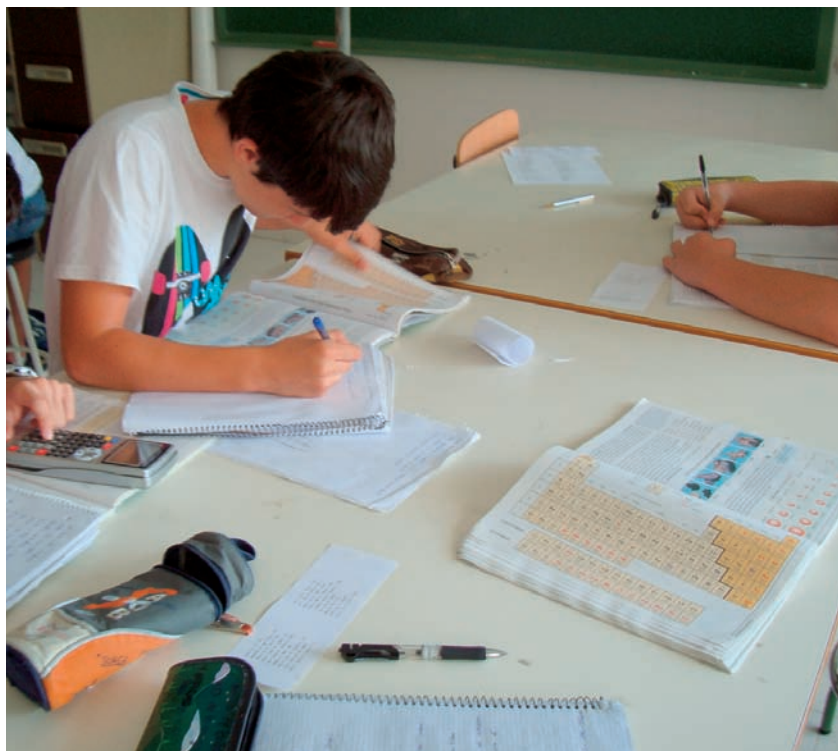
Por otro lado, una parte de los alumnos (casi la cuarta parte) llegó a justificar la idea de *periodicidad* aludiendo a la existencia de un orden, sin llegar a mencionar regularidades que se repiten a lo largo de ese ordenamiento. En una posición menos explícita se sitúa otra parte de la muestra (uno de cada seis), que señala variaciones periódicas de algún rasgo o cualidad, pero que no llega a identificar. También uno de cada seis alumnos alude a un factor temporal, como si el orden de los elementos en la tabla respondiese a algún criterio de temporalidad, llevando al extremo la comparación con el calendario:

- Porque es a lo largo del tiempo.
- Por el período de división que se utiliza, como en el calendario.

Finalmente, uno de cada diez alumnos y uno de cada doce aportó respectivamente otro tipo de respuestas o dejó en blanco la tarea.

Conclusiones

Los datos aportados sugieren una comprensión parcial del sentido de la analogía cuando los alumnos se enfrentan a ella de forma autónoma e individual. Aun así, la esencia de la analogía parece ser captada por una parte importante de los alumnos, por cuanto la mayoría llega a establecer correspondencias estructurales entre los dos sistemas objeto de comparación y, más allá de ello, conexiones funcionales entre



Alumnos trabajando en el aula.

las propiedades de los elementos y las rutinas diarias que nos ocurren a lo largo de nuestra vida. Del mismo modo que los alumnos perciben que las rutinas diarias que gobiernan nuestras vidas varían de unos días a otros, pero que se repiten cada semana, asimismo son capaces de entender que los elementos tienen propiedades diferentes entre sí, pero también que se repiten de período en período dentro de los elementos de una misma familia.

La principal fuente de dificultad de interiorización de la analogía en el sentido esperado surgía de la coincidencia (en la que nosotros no habíamos siquiera reparado al gestar la analogía) entre el número de días de la semana y el número de períodos de la tabla, lo que hacía que algunos alumnos invirtieran la correspondencia asociando períodos con días de la semana y que contemplaran la regularidad de las propiedades a lo largo de un período en lugar de hacerlo a lo largo de una familia.

Estos resultados sugieren, en primer lugar, que un proceso de intervención didáctica más dirigido en el que el profesor gestionase la comprensión de los alumnos y orientase su proceso de construcción de semejanzas y diferencias de un modo más estrecho podría conducir a resultados mucho mejores, mostrando así el gran potencial de la analogía para el aprendizaje de los alumnos. De hecho, el desarrollo de fases posteriores de la actividad, ante las cuales los alumnos pudieron interactuar entre sí y con el profesor, sirvieron para clarificar y mejorar sustancialmente el sentido que el colectivo de alumnos estableció para el símil presentado.

Los resultados obtenidos vienen a constatar, pues, muchos de los elementos y factores que caracterizan el marco teórico que hemos expuesto en otros trabajos (Oliva, Azcárate y Navarrete, 2007), a saber: a) la posibilidad de que los alumnos aprendan a partir de sus

concepciones iniciales y no sólo «en contra de» o «a pesar de» ellas; b) la importancia de la participación activa del alumno en la gestación de la analogía; c) el imprescindible papel regulador del profesor como orientador y guía en dicho proceso; d) la mayor facilidad de captación de las similitudes estructurales frente a las funcionales de la analogía, y e) el importante papel de apoyo y refuerzo que juegan las primeras con respecto a las segundas a la hora de interpretar una analogía globalmente.

Finalmente, los resultados que aporta este estudio muestran el interés de experiencias e investigaciones de este tipo a la hora de evaluar el potencial de una analogía, los obstáculos y problemas que su uso puede suscitar y lo que es más interesante: la manera de sortear dichas dificultades a la hora de contribuir a un uso más eficiente de la misma. Con todo ello estaremos contribuyendo a gestionar mejor el diálogo de construcción de analogías en el aula cuando éstas se plantean en los términos aquí señalados.

Referencias bibliográficas

- BROWN, D. E. (1994). «Facilitating conceptual change using analogies and explanatory models». *International Journal of Science Education*, 16(2): 201-214.
- CACHAPUZ, A. F. (1989). «Linguagem metafórica e o ensino das ciencias». *Revista Portuguesa de Educação*, 2(3): 117-129.
- CLEMENT, J.; BROWN, D.; ZIETSMAN, A. (1989). «Not all preconceptions are misconceptions: Finding anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions». *International Journal of Science Education*, 11(5): 554-565.
- CURTIS, V.; REIGELUTH, C. M. (1984). «The use of analogies in written text». *Instructional Science*, 13: 99-117.
- DAGHER, Z. R. (1995). «Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education». *Science Education*, 79(3): 295-312.
- DUIT, R. (1991). «On the role of analogies and metaphors in learning science». *Science Education*, 75(6): 649-672.
- GLYN, S. M. (1991). «Explaining science concepts: A teaching with analogies model». En: GLYN, S. M.; YEANY, R. H.; BRITTON, B. K. [ed.]. *The psychology of learning science*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- GOH, N. K.; CHIA, L. S. (1989). «Using the learning cycle to introduce periodicity». *Journal of Chemical Education*, 66(9): 747-749.
- JARMAN, R. (1996). «Student teachers' use of analogies in science instruction». *International Journal of Science Education*, 18(7): 869-880.
- JUSTI, R.; CARDOSO, P. C. (2008). «Usando analogías com função criativa: Uma nova estratégia para o ensino de química». *Educación Química*, 1: 24-29.
- 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.
- OLIVA, J. M^a (1999). «Algunas reflexiones sobre las concepciones de los alumnos y el cambio conceptual». *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1): 93-107.
- OLIVA, J. M^a; ARAGÓN, M^a M. (2009). «Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2): 195-208.
- OLIVA, J. M^a; AZCÁRATE, P.; NAVARRETE, A. (2007). «Models of teaching with analogies as a resource in the science classroom». *International Journal of Science Education*, 29(1): 45-66.
- POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. (1982). «Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change». *Science Education*, 66: 211-227.
- STAVY, R.; TIROSH, D. (1993). «When analogy is perceived as such». *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10): 1229-1239.
- TREAGUST, D. F.; DUIT, R.; JOSLIN, P.; LINDAUER, I. (1992). «Science teachers' use of analogies: Observations from classroom practice». *International Journal of Science Education*, 14(4): 413-422.
- YERRICK, R. K.; DOSTER, E.; NUGENT, J. S.; PARKE, H. M.; CRAWLEY, F. E. (2003). «Social interaction and the use of analogy: An analysis of preservice teachers' talk during physics inquiry lessons». *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5): 443-463.



José María Oliva

es licenciado en ciencias químicas, doctor en ciencias físicas y catedrático de física y química de educación secundaria. Es profesor titular del Departamento de Didáctica de la Universidad de Cádiz. Sus campos de interés son la utilización de analogías, la modelización y la enseñanza-aprendizaje mediante recursos y contextos no formales.
C. e. josemaria.oliva@uca.es.