
LAS ANALOGÍAS COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA

Gustavo J. Laborde

EL CONCEPTO DE ANALOGÍA

El uso de comparaciones tales como analogías y metáforas constituye una actividad espontánea de las personas a la hora de dar sentido a lo desconocido. Consecuencia de ello es el papel relevante que han desempeñado las analogías en la construcción de nuevas representaciones científicas (Fernández González, 2005). Las analogías también las utiliza el profesorado como recurso didáctico en sus clases dado que constituyen una ayuda para el desarrollo de destrezas de razonamiento científico, para la asimilación de conceptos teóricos abstractos e, incluso, para la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Así mismo, son útiles como puentes cognitivos necesarios para que los alumnos puedan establecer relaciones de significado entre las nociones a ser aprendidas y sus esquemas cognitivos.

Lakoff (1987) plantea que la mayor parte de nuestro sistema conceptual ordinario se asienta sobre analogías. Los sujetos en su vida cotidiana emplean expresiones metafóricas que implicarían analogías preexistentes en nuestro sistema cognitivo. Los trabajos realizados sobre las metáforas pretenden mostrar cómo gran parte de la experiencia cotidiana del mundo y de las relaciones sociales esta estructurada metafóricamente y en consecuencia nuestro sistema conceptual estaría estructurado esencialmente por analogías. Desde este punto de vista, el pensamiento analógico tendría un rol fundamental, en la construcción y comprensión de la realidad (De la Fuente, Minervino, 2004). El pensamiento a través de analogías supone la transferencia de conocimiento desde una situación conocida hacia una situación nueva cuya comprensión se busca facilitar. El razonamiento analógico puede ser fundamental en actividades como la resolución de problemas, la argumentación y el aprendizaje escolar. En síntesis, las analogías se deben usar, en la enseñanza, para comunicar conceptos nuevos y abstractos, dado que las mismas permiten transferir conocimientos de unas áreas a otras, de un área conocida por el alumno a otra desconocida, facilitando la visualización de un dominio abstracto (Duit, 1991).

Una analogía implica la comparación de estructuras entre dos dominios: un dominio conocido y un dominio desconocido o no familiar. El primer dominio es previamente conocido, o premeditadamente se hace conocer, con el objetivo de que, a partir de sus similitudes o correspondencias con el dominio desconocido, permita acceder o aprender sobre ese nuevo o parcialmente nuevo dominio de conocimiento. Dos situaciones se consideran análogas si los objetos que las componen están organizados por sistemas de relaciones similares, esto es, si comparten una semejanza estructural. Por otra parte si se consideran las situaciones u objetos comparados puede establecerse dos clases de analogías: de intradominio y de interdominio (Trench, M. y Minervino, R. 2009). Se consideran analogías de interdominio cuando las situaciones comparadas pertenecen a ámbitos semánticos distantes, los objetos que se ponen en correspondencia no resultan intrínsecamente similares. Por otra parte, si las situaciones comparadas provienen de un mismo dominio temático, y en consecuencia los objetos relacionados tienden a ser básicamente similares, configuran analogías de intradominio. De esta forma, las analogías de intradominio guardan, además de una semejanza estructural, una semejanza superficial.

Dada la complejidad del proceso analógico, este ha sido descompuesto en una serie de subprocesos (Gentner, Holyoak y Thagard, Keane, citados en De la Fuente, Minervino, 2004).

- En primer lugar la realización de la analogía implica, la construcción previa de representaciones sobre la situación conocida, que constituyen el análogo base, y de la situación desconocida, el análogo objeto.
- En segundo lugar, se debe recuperar el análogo base de la memoria de largo plazo, a partir del análogo objeto que se encuentra activo en la memoria de trabajo.
- Una vez recuperada esta representación, se deben establecer las correspondencias necesarias entre los objetos de las dos situaciones.
- Planteadas estas relaciones vinculantes se pueden formular nuevas relaciones inferenciales para el análogo objeto a partir de las correspondencias.
- Luego habrá que evaluar si la analogía es adecuada, y si las inferencias generadas son correctas.
- Como resultado final del proceso comparativo, el sujeto podrá construir un

esquema que abstraiga lo que tienen en común ambos análogos y que deje de lado los aspectos que no se comparten.

La transferencia de conocimiento desde lo conocido a lo desconocido se produce, fundamentalmente, como resultado de comparaciones entre nexos semejantes. Por este motivo, cuanto mayor sea el grado de semejanza en una analogía, mayor va a ser la cantidad de conocimiento relevante que pueda transferirse desde el análogo hacia el tópico.

LAS ANALOGÍAS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Son frecuentes las dificultades y muchas veces el fracaso de propuestas didácticas basadas en los modelos de cambio conceptual, como instrumento para promover una reconstrucción de las ideas intuitivas por las ideas científicas que se pretenden enseñar (Furió, 1994; Oliva, 1999). Frente a esta constatación surgen formas alternativas de conceptualizar el aprendizaje y otras maneras de desarrollar la enseñanza. En este sentido, se han planteado propuestas basadas en el aprendizaje a través de analogías, no sólo desde el ámbito de investigación en Psicología (González-Labra, 1997), sino también desde la Didáctica de las Ciencias (Duit, 1991). Por este motivo, puede resultar relevante analizar el papel de las analogías en el aprendizaje de las ciencias y en la superación de las concepciones alternativas.

La elaboración y evolución de los modelos mentales en el alumno no es el producto de un proceso de transmisión de significados, sino consecuencia de la evolución cognitiva que resulta de la interacción entre los modelos mentales del alumno y las representaciones didácticas de los modelos científicos (Gutiérrez, 1996). En dicha evolución, cada uno de los modelos que se van generando van dejando una huella que no termina por desaparecer a medida que va pasando al estadio siguiente, sino que se mantiene latente dentro del repertorio de modelos que puede utilizar la persona en cada momento. El cambio conceptual, visto de esta forma, se trataría más de la elección de una opción u otra dentro del repertorio de modelos alternativos de que se dispone, que de la sustitución de un modelo por otro (Pozo, 1991). Es aquí donde se sitúan las analogías, como recurso que permiten al alumno construir conocimientos en un dominio dado a partir de su comprensión sobre otro que resulta para él mejor conocido y más familiar.

La construcción de la analogía es una tarea compleja que no se verifica de una forma lineal y unidireccional, sino a través de un proceso interactivo entre el objeto y el análogo en el que tanto el significado que se otorga a la analogía como al modelo que hay detrás se van viendo modificados de una forma paulatina (Oliva, 2001). Debido a esta complejidad, surge la conveniencia de recurrir a más de una analogía para ayudar a que el modelo mental que se construya sea próximo al modelo deseable desde el punto de vista de la ciencia escolar. Esta multiplicidad en el uso de analogías debería entenderse en un doble sentido. Por un lado, como recurso que permite resaltar y acotar las facetas relevantes del modelo que se pretende ilustrar mediante la comparación entre el objeto y los análogos. Por otro, como instrumento que favorece la evolución entre distintos modelos si se usa de un modo encadenado a través de diversas analogías sucesivas. Cada una de ellas iría aportando distintos rasgos adicionales al modelo mental del alumno o también modificando aquéllos que resulten inadecuados. Las analogías pueden tener también una función relevante en el proceso de cambio o evolución conceptual a través del logro de pequeños cambios consecutivos que, más tarde, podrían ayudar a precipitar cambios sustanciales en el razonamiento de los alumnos.

Desde la perspectiva de la enseñanza, al plantear una analogía, un primer paso sería elegir el análogo o situación de anclaje que se utiliza de referencia a la hora de verificar una transferencia de significados hacia la situación o noción objeto que se quiere representar. Se supone que el análogo elegido es bien conocido por el alumno, al menos en aquellos aspectos que se pretende utilizar la finalidad de ilustrar el objeto. Al evocar la analogía, se parte, entonces, de un modelo mental previo que tendrá el alumno sobre la situación objeto, un modelo mental de la situación análoga y un conjunto de herramientas y representaciones didácticas destinadas a estimular el razonamiento analógico en los alumnos.

Todo instrumento dirigido a inducir cualquiera de estos elementos podría ser considerado en sí mismo de naturaleza analógica, por cuanto analógicos son los procesos de transferencia de significados que están en su origen. Así, por ejemplo, cuando se emplean, en las clases de ciencias, un modelo molecular de bolas, una maqueta para explicar la célula o globos inflados para ilustrar la forma de distintos orbitales, se utilizan estos recursos como estímulos para desarrollar el pensamiento

analógico de los alumnos. Como señala González-Labra (1997), esto implica un modelo de segundo orden, al tratarse de un proceso que opera ya a partir de otros modelos. La analogía sólo conducirá al conocimiento deseado si el modelo mental que construye el alumno responde a las expectativas previstas. De ahí que gran parte de las dificultades que surgen en el proceso de aprendizaje mediante analogías (por ejemplo, cuando el alumno aprende el análogo pero no transfiere significados, cuando interpreta la analogía según puntos de vistas inesperados o cuando llevan la analogía demasiado lejos) se podrían interpretar asumiendo que el alumno no ha llegado a construir una representación del modelo que hay de fondo en la analogía o, al menos, que ha construido otro modelo diferente al que el profesor tenía previsto y hubiera deseado.

La finalidad de este trabajo consiste en analizar el impacto del uso de analogías en la enseñanza y aprendizaje de conceptos químicos. Con tal fin plantearé en forma general las bases de una estrategia de enseñanza para el aprendizaje de la estructura periférica del átomo, adoptando el uso de analogías como núcleo estructurante y vertebrador de la misma.

Durante las dos últimas décadas se han realizado muchos esfuerzos para esclarecer cuáles son las dificultades que tienen los alumnos (específicamente los de Educación Secundaria) en el aprendizaje de nociones relativas a la estructura de la materia, y en particular la estructura atómica. Muchas de esas dificultades residirían sobre la existencia de concepciones implícitas que se adaptan mejor a sus experiencias cotidianas que los modelos científicos que se pretende enseñar. Concretamente, como bien ha sintetizado Benarroch (2001), estas dificultades consisten en:

- Una tendencia a imaginar la materia en términos macroscópicos, en vez de hacerlo a partir de su carácter discontinuo o molecular.
- Una tendencia a trasladar las propiedades macroscópicas de un sistema hacia las microscópicas.
- La conceptualización, en el mejor de los casos, de un modelo corpuscular estático.
- La conceptualización del átomo basada en la analogía con el sistema planetario

El presente diseño estará dirigido a alumnos de Educación Media específicamente de 5º año de Bachillerato. Como parte del análisis didáctico, debe tenerse presente que los conocimientos de partida de los alumnos implican nociones generales sobre estructura de la materia en general y atómica en particular. El referente externo del modelo a construir consiste en una visión general de la estructura periférica del átomo jerarquizando especialmente las nociones de nivel de energía, orbital atómico y distribución electrónica (ver cuadro).

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
Periferia atómica. Nivel de energía. Orbital atómico. Distribución electrónica.	Interpretación de experiencias. Elaboración y aplicación de modelos. Representación simbólica. Desarrollo del pensamiento analógico.	Valoración de los modelos científicos en la interpretación y predicción de hechos. Identificación de las limitaciones de los modelos.

El enfoque planeado se concreta a través de los siguientes puntos:

- La presentación de la situación objeto de estudio, es decir, de los fenómenos que se pretendían estudiar y de la versión didáctica del modelo científico que los explicaba. Pensábamos que, en esta fase, el alumno necesitaría disponer de una referencia que diera sentido al contenido objeto de estudio, así como también explicitar las ideas previas que se mantenían al respecto.
- La introducción de una analogía, o de varias, que presenten un modelo común con el objeto.
- El estudio de las semejanzas existente entre el objeto y el análogo, a través del trazado de relaciones entre los elementos de uno y otro.
- El establecimiento de diferencias que pusiesen de manifiesto las limitaciones de las analogías. Además de aclarar cuál es la validez de la analogía, creíamos que la búsqueda de caracteres diferenciadores nos ayudaría a esclarecer las características del modelo.
- La aplicación de la analogía en actividades de interpretación y predicción de fenómenos, con la pretensión de afianzar el modelo y los conceptos asociados. Se esperaba con ello favorecer la transferencia de conocimientos entre campos

distintos, así como evaluar la utilidad de la analogía y validar el modelo construido.

- La profundización en el modelo mediante actividades de síntesis de conclusiones y el planteamiento de actividades destinadas a introducir cambios sobre aquellas concepciones alternativas que se habían detectado al principio.

Desde el punto de vista de la metodología empleada en la intervención, se propone una metodología que promueva un entorno activo y participativo para los alumnos, partiendo de sus concepciones iniciales y tomando como modelo un aprendizaje de tipo significativo. Las actividades se realizarán con los alumnos redistribuidos en pequeños grupos dejando un espacio de tiempo al final para una puesta en común.

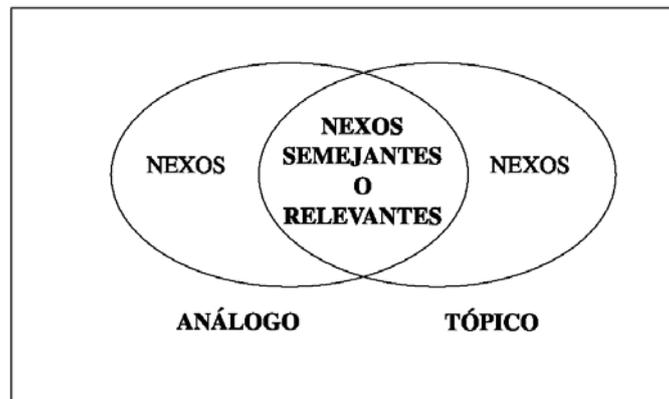
Para ejemplificar el desarrollo didáctico planteado me centraré en la descripción y análisis de una situación didáctica puntual de la estrategia de enseñanza: la enseñanza del concepto de orbital atómico. La elaboración de este concepto atómico exige al alumno un grado de abstracción conceptual importante dado que implica:

- Modelización, concebir como real un hecho del cual no se sabe si es tal cual se lo concibe.
- Esquema operatorio de probabilidad
- Abstracción en la localización del electrón en la periferia, dado que implica una “zona de probabilidad” y no un lugar definido en el espacio.
- Noción de incertidumbre (principio de Heisenberg), concebir que el electrón “está y no está” en una zona dada del espacio.

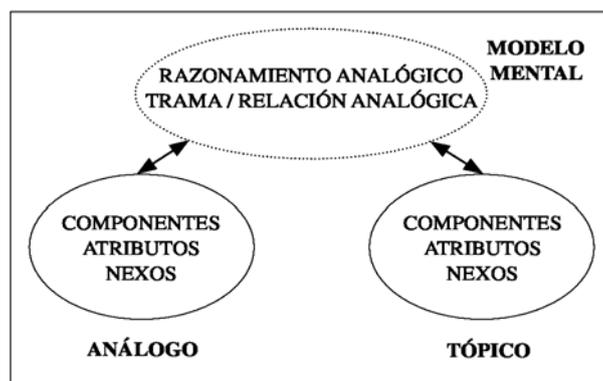
Resultan evidentes las dificultades que existen para la elaboración de un concepto con estas implicancias. Debe agregarse que como obstáculo epistemológico existe en los alumnos la concepción de la estructura atómica elaborada a partir de la analogía del sistema planetario. Esta analogía implica, contradictoriamente con lo señalado, que “los electrones describen órbitas definidas alrededor del núcleo, de manera similar a las órbitas planetarias en torno al sol”. En este caso se elaborará con los alumnos una analogía de interdominio que promueva en los mismos una reestructuración cognitiva y pueda elaborar la noción de orbital atómico en términos de zonas de probabilidad de encontrar al electrón en la periferia. A su vez esto permitirá establecer la contrastación de las ideas previas de concebir al electrón como determinado por una

trayectoria definida, órbita.

Para la elaboración de la analogía se establecerá como análogo base (análogo) el liceo y como análogo objeto (tópico) la estructura periférica del átomo. En la analogía, los nexos semejantes en el análogo y el tópico van a ser, por lo tanto, los nexos relevantes. Además, en la transferencia de conocimiento no interviene toda la estructura del análogo y del tópico. Este hecho se denomina, en el modelo estructural, con el nombre de restricción estructural en la analogía (Fernández González, 2005).

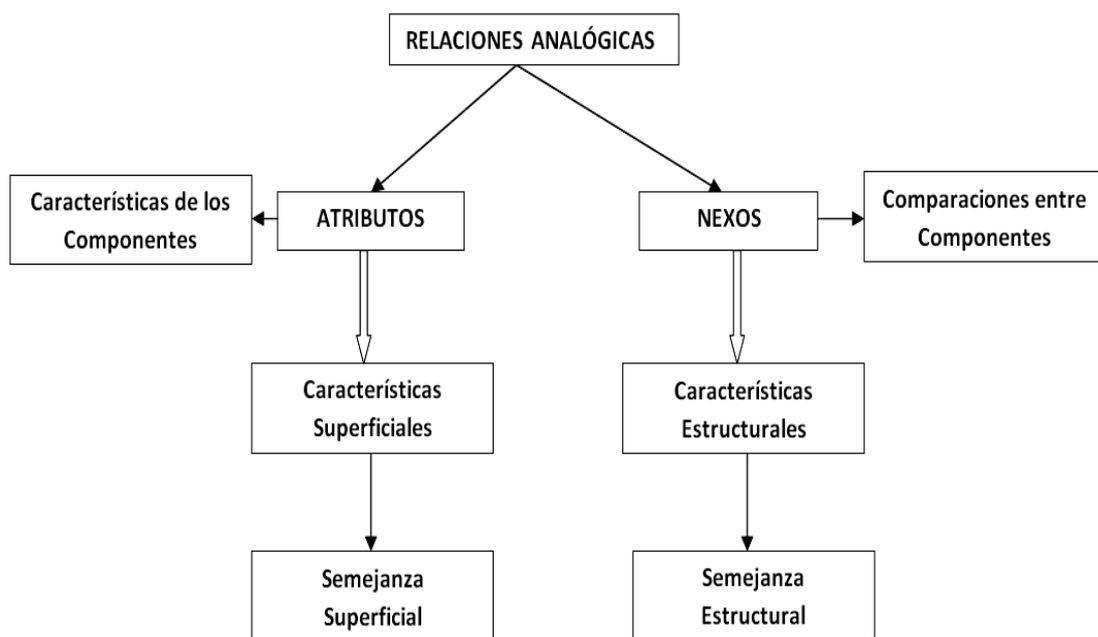


El alumno dispone, de esta forma, mediante la analogía y el razonamiento analógico asociado a ella, de un modelo mental adecuado e imprescindible para posteriores aprendizajes, constituido por la estructura común de las relaciones que se establecen entre el análogo y el tópico. Al plantearse la analogía no sólo se debe desarrollar el análogo objeto sino también el análogo base, debido a que éste último puede verse desde una nueva perspectiva, la perspectiva del tópico. Por este motivo, el profesor puede alternar en sus explicaciones el rol del análogo y del tópico y contribuir a un aprendizaje más profundo éste último.



El análogo y el tópico son diferentes, aunque presentan características similares o semejantes. La analogía puede concebirse como un proceso en el que, mediante la comparación del análogo y del tópico, se establece una relación analógica entre las características similares de ambos. Se puede imaginar esta trama de relaciones como un entretejido que relaciona las características similares del análogo y del tópico. Fernández González (2005) plantea una serie de características que configuran esta trama de relaciones:

- tanto el análogo como el tópico están formados en su estructura por componentes. que se caracterizan por una serie de propiedades, o atributos.
- entre los componentes existen nexos que son las correlaciones o comparaciones entre estos componentes.
- estos nexos constituyen la estructura del análogo y del tópico.
- comparaciones de nexos (características estructurales) semejantes del análogo y del tópico son la parte fundamental de la trama o relación analógica. Estas comparaciones pueden ser una semejanza estructural si afecta a su configuración o pueden alcanzar el significado y la función: semejanza semántica y funcional.
- las comparaciones de atributos (características superficiales) semejantes entre el análogo y el tópico tienen un carácter más secundario en la relación analógica superficial.



La analogía del liceo para facilitar el aprendizaje del modelo periférico del átomo se utilizará como eje de uno de los momentos de la estrategia de enseñanza planteada. Se trata de reconocer en esta analogía el tópico, el análogo, los componentes del tópico y del análogo, los atributos y los nexos de ambos. Así mismo se resaltarán la comparación de nexos semejantes o relevantes, la semejanza estructural, semejanza funcional o semántica, la semejanza superficial y la escenificación de la trama o relación analógica.

En esta analogía, el análogo es el liceo y sus componentes son los alumnos y los salones. Lo que se propone enseñar, que constituye el análogo objeto, es la estructura periférica del átomo (en una aproximación al modelo mecánico-cuántico) y sus componentes son los electrones y los orbitales atómicos. Algunos de los atributos de los componentes tanto de la analogía base como de la analogía objeto se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Análogo	Tópico
El nivel educativo, los días y horarios.	Los parámetros que caracterizan a los electrones en la periferia.
La forma (de los salones).	Los tipos de orbitales atómicos.
La ubicación (de los salones).	La orientación espacial de los orbitales atómicos
La energía potencial (en los diferentes pisos).	Los estados energéticos cuantizados de los electrones (niveles de energía)

Algunos de los nexos que existen entre los componentes tanto del análogo como del tópico serían los siguientes:

Análogo	Tópico
Los alumnos se encuentran en las diferentes zonas del liceo en función de diferentes parámetros (nivel educativo, días y horarios).	Los electrones se pueden encontrar en diferentes zonas de la periferia de acuerdo a los parámetros que los caracterizan.
Encontrar a los alumnos en una zona de los liceos es una cuestión de probabilidad (incertidumbre).	Los electrones se pueden encontrar en la periferia en orbitales atómicos.
Los alumnos tienen diferente E_p en función del piso en el que se encuentren	Los electrones tienen una determinada energía interna que los caracteriza (niveles de energía)
La probabilidad de encontrar a los alumnos entre dos pisos es mínima o nula.	Los electrones solo pueden tener determinados valores de energía (cuantización).
Los salones tienen diferentes formas y orientaciones.	Existen diferentes tipos de orbitales de acuerdo a su forma y presentan diferentes orientaciones espaciales.
En los salones el número de alumnos que se encuentran es variable.	2 es el número máximo de electrones que pueden encontrarse en un mismo orbital.

La transferencia de conocimiento desde el análogo base al análogo meta se produce, fundamentalmente, como resultado de comparaciones entre nexos semejantes, que se pueden observar en el cuadro anterior. En la analogía planteada existe una gran semejanza entre el análogo y el tópico porque la mayoría de los nexos presentes en ambos son semejantes. Cuando los nexos son semejantes en su configuración, presentan semejanza estructural. Es el caso de las diferentes formas y orientaciones que pueden tener los salones ocupados por los alumnos y los diferentes tipos y orientaciones de los orbitales; desde el punto de vista energético un alumno puede tener determinado valor de E_p en función del piso en el que se encuentre y no pueden ocupar un valor intermedio (estar entre dos pisos); los electrones tienen determinados valores de energía que los caracterizan y solo pueden modificarse adquiriendo o transfiriendo valores específicos (cuantos) de energía cambiando de estado (nivel de energía).

Por otra parte la semejanza puede quedar establecida en su significado, en relación con la función que desempeñan: semejanza semántica y funcional. Así por ejemplo, los alumnos de un determinado nivel se encontrarán en un día y a una hora determinados con mayor probabilidad en un determinado salón; los electrones pueden ocupar de acuerdo con sus parámetros diferentes zonas de mayor probabilidad: orbitales atómicos. De hecho, tanto en el liceo como en el modelo periférico del átomo, encontrar a los alumnos, o a los electrones es una cuestión de probabilidad. Cabe señalar que la transferencia de conocimiento tiene lugar entre nexos semejantes. Por este motivo, cuanto mayor sea el grado de semejanza en una analogía, mayor va a ser la cantidad de conocimiento relevante que pueda transferirse desde el análogo base hacia el análogo meta.

Finalmente, es importante señalar que siempre existirán nexos que no se corresponden, que no tienen un semejante y, por lo tanto, que no serán relevantes para la analogía. Es el caso de los nexos, número de alumnos por salón y número de electrones por orbital, el movimiento de los electrones en la periferia, su sentido de giro, entre otros. Estos nexos son descartados en el proceso de comparaciones y en muchos casos puede implicar la construcción de otros análogos base para abordar los conceptos que involucran. En definitiva, en esta analogía la semejanza estructural y semántica puede dirigir a los alumnos hacia el descubrimiento de los siguientes nexos relevantes: incertidumbre, cuantización, zona de probabilidad.

Debe tenerse en cuenta, en el desarrollo de una estrategia de enseñanza que implique particularmente la construcción de analogías de intradominio, que la semejanza superficial (las comparaciones entre los atributos del análogo y del tópico) puede dar lugar a que se transfieran atributos erróneos para el aprendizaje (electrón – alumno, orbital – salón). Este hecho es especialmente importante en los alumnos de menor edad, dado que éstos dan mayor importancia a esta semejanza (que exige un grado de abstracción menor), y como consecuencia tendrán mayores dificultades para entender la analogía. Esto exige un trabajo desde el docente para centrarse en las comparaciones de orden estructural, entre nexos y no entre atributos. El desarrollo de esta fase de la unidad didáctica planteada se describe a continuación.

FASE 1.- En esta primera fase de la estrategia el docente presentará la analogía base. Para esto se entrega a los alumnos una ficha de trabajo para que la elaboren gradualmente.

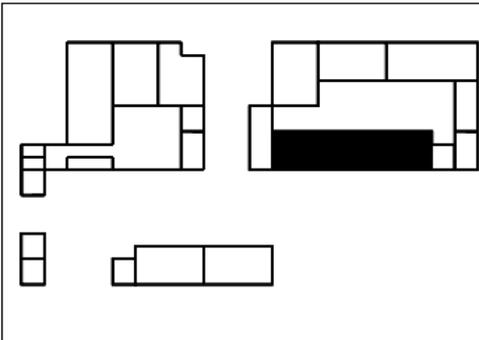
Estudia atentamente el plano del liceo

Si alguien quisiera encontrarte:

- Un lunes a 5° hora
- Los miércoles a las 10.35 hs
- Un jueves a 1° hora

rava con el lápiz las zonas del liceo donde te tendría que ubicar.

- ¿Qué representan las zonas rayadas?
- Tu ubicación en alguna zona dentro del liceo a cierta hora: ¿es un lugar de certidumbre o de incertidumbre? ¿Por qué?
- ¿Qué representaría la zona pintada con gris?
- Desde el punto de vista energético ¿es equivalente encontrarse en una zona marcada en el segundo piso que en una del primero? ¿por qué?
- ¿Que cambios energéticos se deben producir para pasar de una zona marcada del 1° piso a una del 2° piso?
- ¿Podría existir una zona marcada entre un piso y otro? ¿por qué?
- ¿Cómo definirías las zonas que quedaron pintadas en tu plano?



Las preguntas formuladas en la hoja tienen como objetivo recuperar de la memoria a largo plazo el análogo base.

FASE 2.- Intervención del docente estableciendo conjuntamente con los alumnos, los componentes del análogo base y sus nexos. Luego se procederá a establecer los componentes y nexos del análogo objeto.

FASE 3.- En esta etapa se establecerán las semejanzas estructurales y semánticas entre el análogo y el tópico. Así, se orientará a los alumnos para que realicen la transferencia de uno a otro. Para esto se solicita a los alumnos, que en forma

individual, realicen un dibujo en el que represente a los electrones en la periferia atómica. Durante esta fase del trabajo el docente interviene dialogando con los alumnos individualmente sobre el dibujo que van realizando.

FASE 4.- Finalmente para evaluar la reestructuración cognitiva se formulará una situación de análisis, que implique la contrastación de modelos atómicos. Para esto se les entrega a los alumnos un esquema que representa el modelo planetario del átomo (electrones orbitando en torno al núcleo) y se les solicita que formulen críticas a dicho modelo planteando las insuficiencias del mismo.

Los resultados obtenidos a partir del desarrollo de esta estrategia muestran que un gran número de alumnos logran pasar de la representación “planetaria” a la de “nube” de electrones, dibujando una mancha esfumada en torno al núcleo, otros sin embargo mantienen la representación aunque multiplican las orbitas que se disponen en torno al núcleo, y un número menor de alumnos manifiestan su incapacidad para realizar el dibujo. En cuanto a las críticas al modelo planetario se observan mayores dificultades en la explicitación de una explicación acabada. Son pocos los que expresan la noción de órbita (como trayectoria definida en torno al núcleo) como punto crítico entre ambas representaciones. Se limitan a verbalizar que “los electrones no pueden encontrarse en un lugar fijo”, etc.

A modo de conclusión se puede plantear que a pesar de los problemas y limitaciones que pueden presentar las analogías, su empleo puede tener un papel importante en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Tal vez lo que debe cuestionarse no es si las analogías son o no útiles, sino qué analogías deben utilizarse y a través de qué tipo de estrategia didáctica. En este trabajo, se ha desarrollado un ejemplo concreto que puede mejorar el uso que se hace de ellas en la enseñanza de las ciencias. Es evidente que propuestas de este tipo deberían ser objeto de evaluación sistemática a través de diseños estratégicos desde el punto de vista didáctico que incorporen tales supuestos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENARROCH, A. (2001). **Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia.** Enseñanza de las Ciencias, 19(1), pp. 123-134.
- DE LA FUENTE ARNANZ, J. y MINERVINO, R. A. (2004). Pensamiento analógico. En Carretero, M. y Asensio Mikel (Coords.), **Psicología del Pensamiento**, pp. 193-214. Alianza: Madrid.
- DUIT, R. (1991). **On the role of analogies and metaphors in learning science.** Science Education, 75(6), pp. 649-672.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J., GONZÁLEZ, B. M., MORENO JIMÉNEZ, T (2005). **La modelización con analogías en los textos de las ciencias de secundaria.** Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 3, 430-439.
- FURIÓ, C., BARRENETXEA, I. y REYES, J.V. (1994). **Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias.** Investigación en la Escuela, 24, pp. 88-99.
- GALAGOVSKY, L. y 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), pp. 231-242.
- GONZÁLEZ LABRA, M.J. (1997). **Aprendizaje por analogía: análisis del proceso de inferencia analógica para la adquisición de nuevos conocimientos.** Madrid: Trotta.
- LAKOFF G. y JOHNSON, M. (1987). La estructura metafórica del sistema conceptual. En D. A. Norman, **Perspectivas de la ciencia cognitiva.** pp. 233-248. Barcelona: Paidós.
- OLIVA, J.M. (1999). **Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual.** Enseñanza de las Ciencias, 17(1), pp. 93-108.
- OLIVA, J.M. (2001). **Una propuesta didáctica, basada en la investigación, para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias.** Enseñanza de las Ciencias, 19(3), pp. 453-470.
- OLIVA, J. M. (2006). **Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la química a través de analogías.** Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 1, pp 104-114
- POZO, J.I., (1991). **Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las**

ideas de los adolescentes sobre la química. Madrid: CIDE.

RAVILOLO, A; SIRACUSA, P., (2004). **Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de disoluciones.** Enseñanza de las Ciencias, 22(3), 379–388

TRENCH, M. y MINERVINO, R.A. (2009). Disolución de la paradoja analógica: recuperar análogos interdominio es difícil en contextos naturales y en contextos artificiales. En M. C. Richard y J. E. Moreno. **Investigación en ciencias del comportamiento** pp. 683-711. Buenos Aires: CIIPME-CONICET.