

## **ESTUDIO DE UNA ANALOGÍA: EL CRECIMIENTO DE UNA ENREDADERA**

José Fernández González. Departamento de Didácticas Especiales. Facultad de Educación. Universidad La Laguna.

[jofdez@ull.es](mailto:jofdez@ull.es)

Luis Portela García. C.E.O. Guimar.

[luport@eresmas.com](mailto:luport@eresmas.com)

José Fernando Rodríguez García. C.P. Santa Cruz Tenerife

[jroddart@gobiernodecanarias.org](mailto:jroddart@gobiernodecanarias.org)

Grupo Blas Cabrera Felipe-GITEP

### **Introducción y Antecedentes.**

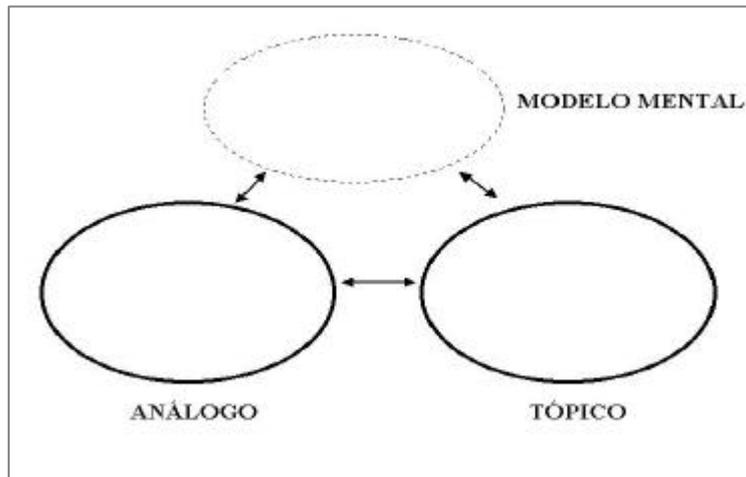
La analogía es un recurso didáctico útil para aplicar en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Facilita la visualización de los conceptos teóricos abstractos, permite organizar y contextualizar la información, mejorando de esta manera su recuerdo, y favorece una disposición positiva hacia el aprendizaje. Permite construir el conocimiento y desarrollar el pensamiento creativo. Contribuye a que el alumno tenga un aprendizaje significativo. La analogía es, en definitiva, un recurso didáctico útil que aporta conexiones entre el nuevo conocimiento y el que ya tiene el alumno (Novak, 1990).

La analogía relaciona, por tanto, dos situaciones. Relaciona una situación familiar al alumno con otra nueva o desconocida. Estas comparaciones actúan como puentes que permiten relacionar el conocimiento previo de los alumnos y el nuevo conocimiento a aprender. Es decir, las comparaciones facilitan la conexión entre el conocimiento adquirido previamente y lo que se pretende aprender (Reigeluth, 1983). El profesor debe, por tanto, averiguar en primer lugar el conocimiento que poseen los alumnos y conectarlo posteriormente con el nuevo conocimiento a aprender. De esta manera se posibilita que cada uno de los alumnos adquiera un modelo mental inicial que sirva de base para organizar la información de lo que se aprende.

### **Propuesta teórica: La estructura externa e interna de la analogía**

La estructura mental que comprende la comparación y la transferencia de conocimiento desde el análogo (situación familiar) al tópico (situación nueva o desconocida) se denomina **analogía**. Se puede afirmar que toda analogía lleva implícito un razonamiento analógico que permite la transferencia conceptual entre el análogo y el tópico.

Los elementos que constituyen la analogía son: el análogo, el tópico y la trama o esquema de relaciones que se establece entre ambos cuya estructura común va a originar el modelo mental. La figura 1 muestra la representación de la estructura externa de una analogía.



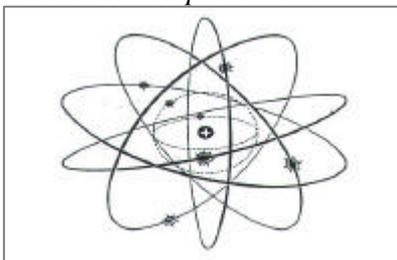
**Figura 1. Estructura externa de una analogía**

La analogía puede concebirse como un proceso en el que, mediante la comparación del análogo y del tópico, se establece una correspondencia de relaciones entre las características similares de ambos. Se puede imaginar esta malla de relaciones como un entretejido que relaciona las características similares del análogo y del tópico, y que denominaremos **trama de relaciones o relación analógica**.

*Cuando los profesores abordamos el concepto de átomo con los alumnos, es habitual empezar por dar idea de sus dimensiones (por la dificultad que tiene comprender lo muy pequeño) para pasar a continuación a intentar crearles una imagen, un modelo mental, valiéndonos de modelos conocidos por el alumno. Dependiendo del grado de desarrollo cognitivo del alumno y de sus conocimientos, podemos ofrecer modelos más o menos evolucionados, pero siempre modelos, porque el átomo no lo podemos mostrar.*

*Este es el caso de la analogía del **sistema solar** como si fuera un **átomo (de Rutherford o el de Bohr)** (Gentner, 1983, pg. 160, 162-164 / Issing, 1990, pg. 490, 496 / Keane, 1997 / González, 2002, pg. 80, 141-143, 154-156).*

*Los alumnos que tengan una idea del sistema solar pueden empezar a establecer comparaciones.*



*Figura 2. Analogía pictórica del Sistema Solar para explicar el modelo atómico de Rutherford y de Bohr (Issing, 1990, pág. 490)*

*El análogo es el sistema solar*

*El tópico es el átomo*

*La trama o relación analógica está constituida por todo tipo de comparaciones o similitudes que se puedan establecer entre ambos.*

El tipo de semejanza y las características similares que forman parte de la trama de relaciones constituyen la estructura interna de la analogía. Las investigaciones llevadas a cabo en este sentido por numerosos investigadores permiten utilizar las siguientes denominaciones:

Se denominan **“componentes”** a los elementos que constituyen el análogo y el tópico. Tanto el análogo como el tópico están constituidos por componentes y éstos forman parte de su estructura. Cada componente viene caracterizado por una serie de propiedades o características, denominadas **“atributos”**.

Hemos utilizado la denominación de **“hexos”** a las conexiones que existen entre los componentes.

*En la analogía sistema solar / átomo de Rutherford y de Bohr:*

*Los **componentes del análogo** son el sol y los planetas. Los **componentes del tópico** son el núcleo y los electrones.*

*Atributos de los componentes del análogo*

*El sistema solar tiene una serie de propiedades características como las siguientes: color (amarillo del Sol), tamaño, forma, temperatura, El sol es amarillo, muy grande, y está a grandes temperaturas en comparación con los planetas.*

*Atributos de los componentes del tópico*

*El átomo se caracteriza por su minúsculo tamaño, su estructura de núcleo y corteza, con electrones girando alrededor del núcleo. Este núcleo concentra toda la carga positiva y la corteza la carga negativa*

Entre los componentes existen conexiones que son las correlaciones o comparaciones entre estos elementos. Estas conexiones constituyen la estructura del análogo y del tópico.

*En el caso del sistema solar / átomo de Rutherford o de Bohr*

*Nexos de los componentes del análogo*

- 1. Distancia (sol, planeta)*
- 2. Fuerza atractiva (sol, planeta)*
- 3. Gira alrededor de (planeta, sol)*
- 4. Más masa que (sol, planeta)*

$$F_{grav} = Gm_p m_s / R^2$$

*(Ley de Gravitación Universal)*

*El Sol atrae a los planetas, que giran a su alrededor. El Sol tiene una gran masa, mucho mayor que la de los planetas. Los planetas se atraen ligeramente entre sí.*

*Nexos de los componentes del tópico*

- 1. Distancia (núcleo, electrón)*
- 2. Fuerza Atractiva (núcleo, electrón)*
- 3. Giros alrededor (electrón, núcleo)*
- 4. Más masa que (núcleo, electrón)*

$$F_{elec} = K(-q_e)q_n / R^2$$

*(Ley de Coulomb)*

*El núcleo atrae a los electrones y éstos están girando a su alrededor. El núcleo posee una gran masa, mucho mayor que la de los electrones. Los electrones se repelen entre sí.*

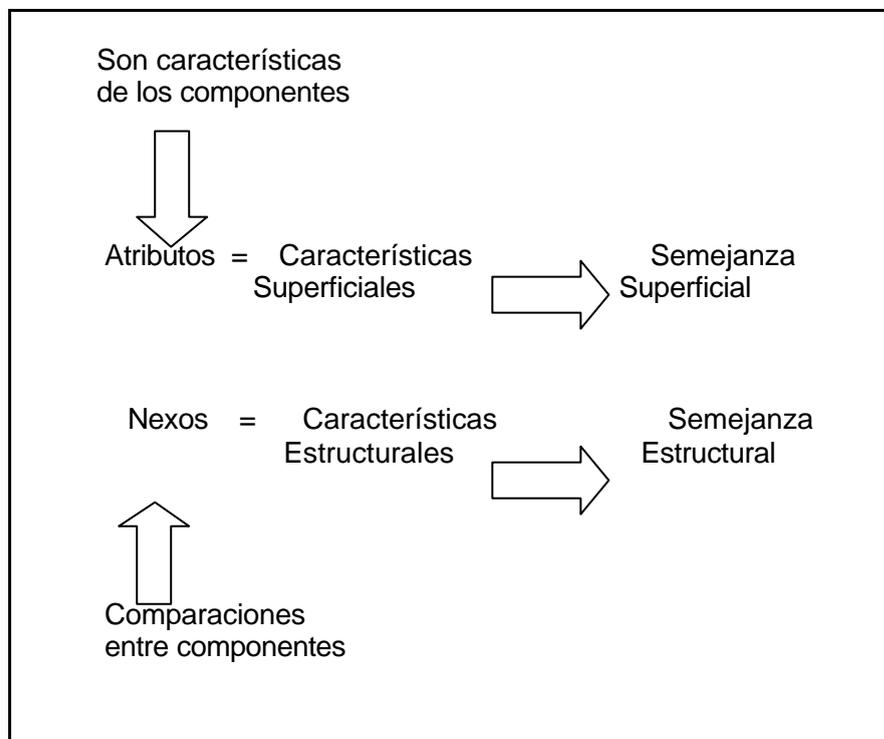
Las comparaciones de nexos (características estructurales) semejantes del análogo y del tópico son la parte fundamental de la *trama o relación analógica*. Esto se denomina semejanza estructural, que afecta a su configuración, pero que incluso puede alcanzar al significado (semejanza semántica).

En el proceso de comparación que tiene lugar en la analogía entre el análogo y el tópico interviene la semejanza estructural, que afecta sólo a parte de las estructuras del análogo y del tópico.

En la analogía tiene lugar una transferencia de conocimiento desde parte de la estructura del análogo a parte de la del tópico y, por tanto, la transferencia de conocimiento se produce desde la semejanza estructural.

Entre el análogo y el tópico existen dos tipos de semejanza: la semejanza estructural ya citada y la semejanza superficial.

Se denomina semejanza superficial a las comparaciones de atributos (características superficiales) semejantes entre el análogo y el tópico, que tienen un carácter más secundario en la relación analógica.



**Cuadro 1. Esquema acerca de Nexos y Atributos**

*En la analogía del sistema solar / átomo:*

*La **comparación de atributos** no es significativa por cuanto sólo se podría seleccionar la forma de los componentes y las dimensiones relativas de estos componentes. Esto constituye la **semejanza superficial**.*

*La **comparación de nexos** sería:*

*a) interpretación de la masa: sistema solar y átomo son comparables porque tienen componentes con diferentes masas.*

*b) interpretación de la atracción: sistema solar y átomo son comparables porque presentan componentes que se atraen unos a otros.*

*c) interpretación del giro: sistema solar y átomo son comparables porque tienen componentes que giran alrededor de otro.*

*d) interpretación de la gravitación: sistema solar y átomo son comparables porque presentan componentes que giran alrededor de otro debido a la diferencia de masa y a la atracción entre ellos.*

*La causa de que el planeta gire alrededor del sol está en la diferencia de masa entre el sol y el planeta, y en la atracción del planeta por el sol.*

*Los electrones giran alrededor del núcleo debido a su diferencia de masa y a que tienen carga eléctrica diferente para crear fuerzas atractivas*

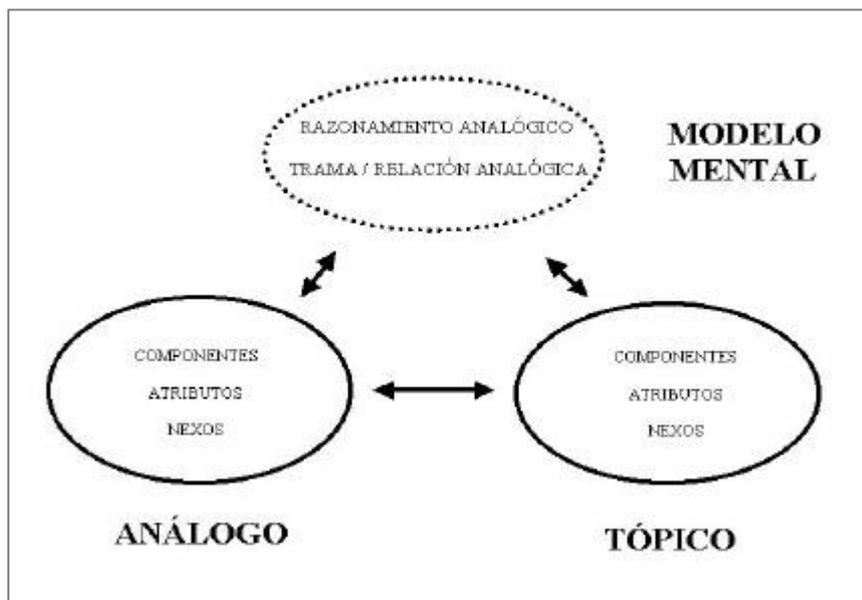
*Esta comparación de nexos constituye la **semejanza estructural**.*

*Los nexos tienen prioridad sobre los atributos en la analogía. Sin embargo, no todos los nexos se extrapolan entre el análogo y el tópico. Así el nexo "más masa que" (sol, planeta) es extrapolable al átomo, pero el nexo formalmente similar "más caliente que" (sol, planeta), no se puede comparar.*

***"La analogía es, principalmente, un proceso de comparación de nexos entre el análogo y el tópico"**.*

Se constata, por tanto, que la analogía representa todo un proceso complejo y que todo intento que conduzca a definirla puede estar abocado a la imprecisión. Por esto se han buscado propuestas explicativas del procedimiento que se asocia a la denominación de analogía.

Así, "Una analogía es una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos. Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia de conocimiento del análogo al tópico. Las comparaciones de atributos semejantes tienen un carácter secundario" (González, 2002).



**Figura2. Estructura de la analogía**

### **Diseño Experimental: nuestra experiencia**

La descripción de la analogía del crecimiento de una enredadera (bignonía) se utiliza como recurso metodológico para explicar los procesos de aprendizaje.

La primera aplicación de esta analogía se realizó con alumnos del curso de Didáctica de las Ciencias Experimentales (biólogos, químicos, físicos, geólogos, farmacéuticos....) en una clase acerca de “como aprenden los alumnos”

La importancia de esa analogía en la formación de aquellos alumnos no fue evidente hasta que ocho años después, alumnos de aquellas clases y hoy doctorandos de Ciencias, en una charla informal recordaron al profesor aquellas explicaciones. Recordaban la analogía como la vez que mejor habían entendido las teorías del aprendizaje de forma esquemática, de forma que, una vez probada la eficacia, se decidió volver sobre ella para profundizar en su estudio y aplicar los avances sobre analogías aportados por investigaciones recientes.

La analogía utilizada se comentó así:

#### **Análogo: Crecimiento de la enredadera**

- 1) Crece ensortijándose apoyándose en los asideros anteriores.
- 2) Avanza y crece según el tamaño y edad que tenga.
- 3) El apoyo con abonos y fertilizantes es básico para el crecimiento.
- 4) El agua y la tipología del suelo son básicos.
- 5) Cuanto mejor se sujeta y agarra la enredadera, más crece, y a medida que su desarrollo es mayor, la maraña de

#### **Tópico. Aprendizaje significativo**

- 1) Se aprende basándose en lo que uno sabe.
- 2) El aprendizaje está en relación con la edad (posición Piaget).
- 3) El desarrollo y estímulo neuronal, en todo momento, sobre todo al principio de uno o dos años, es fundamental. Continuamente hay que estimular y motivar.
- 4) La alimentación y el habitat son factores delimitantes.
- 5) El aprender mejora el desarrollo psíquico, y el avance evolutivo de la mente hace que aprendamos más

ensortijamiento es abundante.

6) Se puede podar para reorientar la dirección, pero siempre dependiendo de como crezca la enredadera.

7) No se debe intentar dar saltos para dejar un espacio y se enrede más adelante, sin nada donde apoyarse, sino que hay que avanzar y crecer de forma continua, desde las posiciones que se tiene.

8) Se siguen las reglas de la Naturaleza, tales como que se crece hacia arriba, desde el suelo. No se puede obligar a que crezca en contra de la gravedad.

(Vigotzky).

6) El aprendizaje se puede reconducir y ayudar desde el exterior, pero es, fundamentalmente, personal (y mental).

7) Se debe intentar aprender en zonas de desarrollo próximo (Vigotzky) a lo que sabe el alumno (y evitar las de desarrollo alejado)

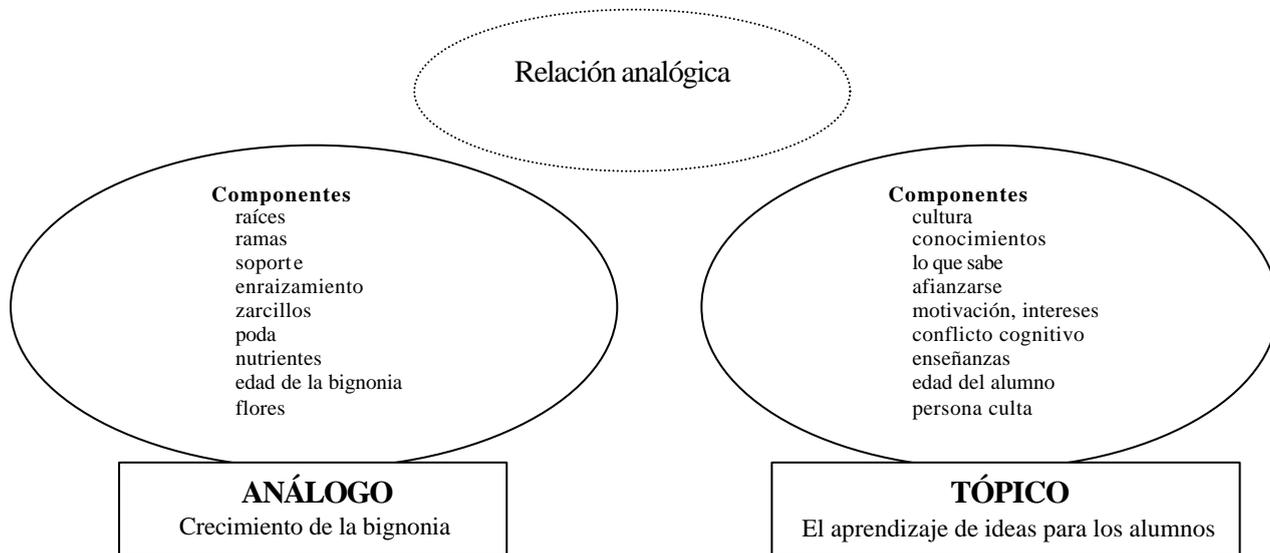
8) El organismo humano es complejo y se rige por las leyes de la Naturaleza. La salud física y mental, el hábitat cultural y ambiental, etc., son marcadores del aprendizaje.

### Resultados y Discusión.

#### Análisis de la analogía de la enredadera, según el conocimiento de las “estructuras de analogías”

En el aprendizaje de conocimientos por los alumnos se puede usar una analogía con el crecimiento de una enredadera, una bignonia. En este caso, si se describe inicialmente cómo crece una bignonia, destacando intencionadamente los aspectos que más interesan en relación con la comparación, puede ser facilitador a la hora de presentar la analogía.

Utilizando el esquema de (González 2002)



Señalados los componentes del análogo y del tópico, cabría conjugar ahora:

- ¿cuáles son los **atributos** de estos componentes?
- ¿cuáles son los **nexos** de estos componentes?
- ¿qué se puede decir de la **malla o relación analógica** en este caso?, es decir,
  - ¿qué comparaciones se pueden hacer de los atributos ( semejanza superficial)?

- ¿qué comparaciones se pueden hacer de los nexos (semejanzas estructural)?

*Principio sistematicidad del modelo estructural.*

- ¿qué nexos del análogo no tiene semejante en el tópico, o viceversa?

*Restricción estructural de la analogía*

### **Tabla de análisis de analogía “la enredadera”**

Se siguen las reglas de la Naturaleza, tales como que se crece hacia arriba, desde el suelo. No se puede obligar a que crezca en contra de la gravedad.

**El organismo humano es complejo y se rige por las leyes de la Naturaleza. La salud física y mental, el habitat cultural y ambiental, etc., son marcadores del aprendizaje.**

Tiene unas raíces ocultas muy fuertes y potentes, la mayor parte de las veces más gruesas que cualquiera de las ramas.

**Transmisión de la cultura de la sociedad de el conjunto de conocimientos acumulados en la historia. Algunas ideas de nuestros alumnos tienen raíces culturales muy profundas y resistentes (caída de graves, naturaleza y comportamiento de los gases, concepto de fuerza, generación espontánea, evolución, fijismo geológico, etc) que recuerdan a ciertas concepciones que se dieron en algunos periodos de la Historia de la Ciencia.**

Las raíces están relacionadas con el tronco y con la frondosidad de la enredadera.

**Hay una relación de las ideas previas con el aprendizaje y afianzamiento de conceptos.**

Las distintas partes de la planta (soporte, hojas, flores, frutos semillas, etc.) son fundamentales con respecto a su futuro.

**Los conocimientos de las distintas áreas del conocimiento y su interrelación son la base de una formación integral del individuo.**

No es fácil eliminar la planta porque brota por cualquier sitio imprevisto.

**Hay cosas que se han aprendido, errores conceptuales de los alumnos o ideas alternativas que persisten a través de los años, sin poder ser desplazadas por los conocimientos científicos, continua y reiteradamente enseñados en el aula. Son los preconceptos.**

Cuanto mejor se sujeta y utilizan agarres la enredadera crece más; y a medida que su desarrollo es mayor, la maraña de ensortijamiento aumenta. Crece por las zonas donde las ramas avanzan con más facilidad:

- por tener ramas soporte consistente
- por posible enraizamiento (captación de nutrientes)
- por resquicios y salientes en las paredes, que permiten crecer “ensortijándose” en otras ramas, vallas, alambres, cables, etc.
- Crece ensortijándose, apoyándose en los asideros anteriores. A medida que su desarrollo es mayor, la maraña de ensortijamiento es abundante. No se puede intentar dar saltos tales que dejando un espacio se enrede más adelante, sin nada donde apoyarse, sino que hay que avanzar y crecer de forma continua, desde las posiciones que se tiene consolidada.

**El aprendizaje se facilita por:**

- **cultura previa y conocimientos anteriores. Se aprende basándose en lo que se sabe.**

- **posibilidad de afianzarse con lo que se aprende. El desarrollo del conocimiento se mejora cuanto más se aprende. El estudio de un tema facilita un avance en conocimientos. Cuanto más se sabe más se aprende. El aprender mejora el desarrollo psíquico, y el avance en el desarrollo de la mente hace que aprendamos más (Vigotzky).**

- **Se mejora con el entorno, motivación, interés y utilidad. Esto hace que se afiance más rápido y seguro la captación de ideas.**

- **Se debe intentar aprender en “zonas de desarrollo próximo” a lo que sabe el alumno (y evitar las “zonas de desarrollo lejano”)**

Mediante la poda puede evitar determinados caminos de avance (aunque con el tiempo se reproducen e intentan el avance nuevamente) y conducir la planta hacia las zonas que pretendemos, por mejor vista, estética, luz, etc.

**El aprendizaje se puede reconducir y ayudar desde el exterior, pero es personal (mental) fundamentalmente. El conflicto cognitivo permite poner en dudas las ideas y reconducir la situación (aunque a veces cuando estamos descontextualizados volvemos a nuestros ancestros). Desde posiciones de desconcierto y angustia cognitiva es como se pueden desechar personalmente los errores conceptuales.**

El apoyo con nutrientes de la planta van a posibilitar el desarrollo de sus partes .

Los nutrientes de la planta (agua, sales, etc.) y el suelo son básicos para su crecimiento por calidad y cantidad, así como sus necesidades de materiales fotosintéticos (luz, CO<sub>2</sub>) y van a determinar en gran manera su desarrollo.

El apoyo con abonos y fertilizantes es básico para el crecimiento

**La alimentación y el entorno social son factores delimitantes para que la enseñanza cumpla su papel fundamental en el aprendizaje de los alumnos.**

**La enseñanza va a facilitar el aprendizaje y captación de conocimientos nuevos.**

**En todo momento el desarrollo y estímulo neuronal es fundamental, sobre todo al principio, en los dos primeros años, aunque continuamente hay que estimular y motivar.**

La edad de la planta y su estado de desarrollo es fundamental para afrontar el nuevo crecimiento.

Si la planta es joven, de mediana edad o si tiene mucho tiempo de implantada, afronta las adversidades para poder crecer de distinta forma. Avanza y crece según el tamaño y edad que tenga.

Según la edad se puede podar de una u otra manera y se tiene más facilidad para crecer en determinadas circunstancias. No todas las bignonias son iguales (hay variedades) y cada una requiere cuidados específicos e incluso para una misma planta dependiendo del momento, del estado en que se encuentra, y de su historia pasada.

**Se considera que hay distintas etapas evolutivas en el estado de desarrollo de un individuo. Se progresa y evoluciona con la edad, no coincidiendo los cambios con la misma edad en todos los individuos. Se pasa desde estados “concretos” a etapas “formales”, estando cada periodo señalado por etapas de características cualitativas (Piaget)**

La fortaleza de la planta en cada momento determina su crecimiento inmediato. Una planta raquítica, que ha crecido con dificultades, difícilmente mejorará sin cuidados especiales, en forma de atención continua. Pero una planta fuerte estará en condiciones de seguir creciendo incluso enfrentándose temporalmente a condiciones adversas.

**Un individuo con dificultades de aprendizaje o con retraso escolar sólo alcanzará un desarrollo normal con atenciones especiales y seguimiento continuo. Y un alumno con buena base y habilidades cognitivas desarrolladas aprenderá en condiciones precarias o aspectos de la asignatura de especial dificultad.**

La bignonia florece con flores llamativas que dan vistosidad.

**El aprendizaje se pone de manifiesto cuando permite el acceso a conocimientos intelectuales superiores, dando satisfacción a la persona “cultura”**

## Conclusiones

Se propone una estructura de las analogías, modelos muy frecuentes en la enseñanza de las Ciencias, y una forma de sistematizar su estudio.

La aplicación al caso de una enredadera, como comparación con el aprendizaje de los alumnos, permite poner de manifiesto su interés metodológico en la docencia.

El estudio generalizado a gran cantidad de analogías de uso habitual, nos permitirá detectar la utilidad de la propuesta como recurso metodológico en las clases diarias. Se tiene la experiencia de impartirlo en la docencia de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el Curso de Cualificación Pedagógica.

## Bibliografía básica.

- DAGHER, Z. Y COSSMAN, G. (1992). "Verbal Explanations Given by Science Teachers: Their Nature and Implications". *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 29 (4), pp. 361-374.
- FERNÁNDEZ, J., ELORTEGUI, N., RODRÍGUEZ, J. Y MORENO, T. (2001). *Modelos Didácticos y Enseñanza de las Ciencias*. Centro de la Cultura Popular Canaria.
- FERNÁNDEZ, J., GONZÁLEZ, B., MORENO, T. (2003). "Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias". *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, nº 35, pp. 82-89.
- FERNÁNDEZ, J., PORTELA, L., GONZÁLEZ, B. Y ELORTEGUI, N. (2001). "Las analogías en el aprendizaje de la Física en Secundaria". *I Congreso Nacional de Didácticas Específicas, Granada. Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI*, Vol. 2, pp. 1901-1913.
- GENTNER, D. (1983). "Structure – Mapping: a Theoretical Framework for Analogy". *Cognitive Science*, Vol. 7, pp. 155-170.
- GLYNN, S., LAW, M. Y DOSTER, E. (1998). "Making Text Meaningful: The Role of Analogies". *Learning From Text Across Conceptual Domains*, Cynthia R. Hynd (Eds.), Cap. 9º, pp.193-208.
- GONZÁLEZ, B.M. (2002). *"Las Analogías en el proceso Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza"*. Tesis Doctoral. Centro Superior de Educación. Universidad de La Laguna. (ISBN: 84-699-9636-3)
- GONZÁLEZ, B.M.; MORENO, T. (1998). "Las analogías en la enseñanza de las Ciencias". *La Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria*, pp.204-206. Madrid: II Simposio del Colegio Oficial de Biólogos, Ediciones.
- GONZÁLEZ, B.M., MORENO, T. Y FERNÁNDEZ, J. (2000). "Modelos de enseñanza con analogías". *Actas de los XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 161-169. Madrid: Facultad de Educación de la Universidad Complutense.
- ISSING, L. J. (1990). "Learning from pictorial analogies". *European Journal of Psychology of Education*, Vol. 5, nº 4, pp. 489-499.
- KEANE, M. (1997). "What Makes an Analogy Difficult?. The Effect of Order and Causal Structure on Analogical Mapping". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, Vol. 23, nº 4, pp. 946-967.
- NOVAK, J. (1990). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza Editorial, S.A. Tercera impresión.
- REIGELUTH, C. (1983). "Meaningfulness and instruction: Relating what is being learned to what a student knows". *Instructional Science*, Vol. 12, pp. 197-218.

- TREAGUST, D., DUIT, R., JOSLIN, P. Y LINDAUER, I. (1992). "Science teachers use of analogies: observations from classroom practice". International Journal of Science Education, Vol. 14 (4), pp. 413-422.

Publicado en: Fernández González, J., L. Portela García, Rodríguez García, J.F. (2004). Estudio de una analogía: el crecimiento de una enredadera. Actas XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, San Sebastián pg 89-94.