

## “ARMANDO ARBOLITOS” LA CONSTRUCCIÓN DE ÁRBOLES FILOGENÉTICOS COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN.

*TORREBLANCA MARCELA* <sup>(1,2)</sup>

<sup>1</sup> ISFD N° 129, Junín, (B). <sup>2</sup>Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.

[mtorreblanca@fibertel.com.ar](mailto:mtorreblanca@fibertel.com.ar)

### **RESUMEN**

La evolución de las especies por medio de un ancestro común se representó históricamente mediante la metáfora del árbol. Se desarrollaron disciplinas específicas para la producción y el estudio de esas representaciones, como la filogenética, y con ella, distintas escuelas y enfoques para la construcción de árboles, como el cladismo, la fenética, la sistemática evolutiva, etc. Pero en diversos medios de divulgación, libros escolares y en el sentido común aún persiste la representación lineal, en escalera, de la transformación de las especies de una en otra en forma encadenada. Ese ícono persiste en el imaginario colectivo y se transforma en una imagen mental tan arraigada que puede considerarse un verdadero obstáculo epistemológico en la enseñanza aprendizaje de la evolución en alumnos de niveles secundario y terciario. La historia y la epistemología de la Ciencia pueden brindar la base para analizar e interpretar las producciones y selecciones de representaciones icónicas en la enseñanza aprendizaje de la evolución y su aplicación didáctica. Se presenta la propuesta realizada en segundo ESB (Educación secundaria Básica) para analizar las producciones gráficas, imágenes, esquemas y diagramas y su justificación y detectar los principales obstáculos en la construcción de árboles evolutivos y cladogramas.

**Palabras clave:** evolución, representaciones, imágenes, obstáculos, enseñanza

## INTRODUCCIÓN

La evolución de las especies por medio de un ancestro común se representa mediante la metáfora del árbol. Desde que Darwin formulara esa teoría y realizara sus primeros esbozos de ramificaciones, los dendrogramas y el árbol de la vida también fueron evolucionando, del mismo modo sus significados e interpretaciones. Se desarrollaron disciplinas específicas para la producción y el estudio de esas representaciones, como la filogenética, y con ella, distintas escuelas y enfoques para la construcción de árboles, como el cladismo, la fenética, la sistemática evolutiva, etc. Pero en diversos medios de divulgación, libros escolares y en el sentido común aún persiste la representación lineal en escalera, (Gould, 1995) de la transformación de las especies de una en otra en forma encadenada. Ese ícono persiste en el imaginario colectivo y se transforma en una imagen tan arraigada que puede considerarse un verdadero obstáculo epistemológico en la enseñanza aprendizaje de la evolución en alumnos de niveles secundario y terciario (Torreblanca, 2012).

La historia y la epistemología de la Ciencia pueden brindar la base para analizar e interpretar las producciones y selecciones de representaciones icónicas en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución y su aplicación didáctica.

La utilización de diagramas evolutivos puede transformarse en una potente herramienta que facilite la comprensión del proceso evolutivo fundado en el concepto de ancestros comunes (Guimarães, 2005).

El trabajo que aquí se presenta surge como derivado de la investigación correspondiente a la tesis de Maestría “El Enfoque Histórico Contextualizado como Facilitador de la Enseñanza de los Mecanismos Evolutivos”, presentada en el año 2010 en la Universidad Nacional del Litoral (Torreblanca, 2012); en la cual se utilizaron las imágenes icónicas del árbol y la escalera para indagar qué representación seleccionaban los alumnos de nivel secundario y de qué manera lo justificaban a través del discurso textual. En esta nueva instancia, además de continuar explorando qué imagen seleccionan los alumnos en distintos niveles educativos; se analizan las representaciones espontáneas realizadas por alumnos de la ESB (Educación Secundaria Básica) sobre la evolución de las especies, con un seguimiento de tres años en la misma cohorte. A partir de la comparación e interpretación de las distintas producciones mediante categorías preestablecidas, se intentó identificar dificultades y obstáculos, estilos de construcción y explicaciones en relación con distintas imágenes.

## LA PROPUESTA DE TRABAJO

### Antecedentes

En una primera etapa se realizó un acercamiento a la fundamentación teórica que sustenta la investigación y el análisis de los resultados con los primeros insumos de una indagación exploratoria realizada en distintos libros de texto de uso común en niveles secundarios y terciarios, test de selección de diagramas evolutivos realizados con alumnos de enseñanza secundaria básica y su comparación con datos obtenidos en diversas investigaciones anteriores de secundario superior, terciarios y universitarios. En una segunda etapa se realizó el seguimiento de alumnos de ESB con sus producciones espontáneas y en una tercera etapa se realizó una secuencia didáctica con distintas actividades de interpretación y construcción de representaciones evolutivas. En este trabajo se presentan los resultados y las discusiones de los talleres, de dicha

secuencia didáctica, realizados con alumnos de segundo año ESB de la escuela rural 3012 de la ciudad de Chacabuco, extensión O'Higgins, provincia de Buenos Aires.

## **Fundamentación**

En psicología cognitiva, según el enfoque constructivista, cada persona construye a partir de la interacción con diferentes universos y objetos, de tal modo que las estructuras cognitivas desde las que se representa el mundo son resultado de ese proceso de aprendizaje constructivo (Pozo, 1999). Es decir, se construyen los objetos, el mundo que vemos y la mirada con la que lo vemos. Posteriormente, el mismo autor aborda el tema del aprendizaje visto como conocimiento, y plantea que conocer es hacer explícitas las propias representaciones. Aprender está relacionado con la capacidad de conocer y manejar las representaciones explícitas (Pozo, 2003). Para que una representación se haga explícita es necesario traducirla a otro código distinto, por lo que la explicitación y el aprendizaje consciente requieren de la mediación cultural de sistemas de representación que van siendo progresivamente más complejos.

En las corrientes constructivistas de enseñanza de la ciencia se habla de “negociar” significados, por lo tanto, las representaciones al hacerse explícitas son compartidas y también son construidas socialmente.

Las imágenes son una forma de representación externa, con atributos diferentes y comunes a la escritura y a los códigos numéricos.

En la enseñanza de la biología se utilizan variadas representaciones gráficas e imágenes de distintos tipos. Acotando este análisis, se podrían clasificar en figurativas, esquemáticas y mixtas (donde se incluyen otras formas de representación como números o texto).

Las imágenes utilizadas en la ciencia pueden funcionar como “mapas-modelo” (Giere, 1999), pues en ellas hay una selección de rasgos, una abstracción de propiedades que hace posible que se subsuman en ella, por similitud, determinados objetos del mundo real o, en otras palabras, las imágenes tendrían un valor clasificatorio, definitorias, y es posible que contengan información que supere la contenida en el objeto mismo. Incluso las representaciones pictóricas más naturalistas y realistas, las que dicen estar copiadas del natural, contienen rasgos subjetivos con información a ser interpretada.

De manera similar con las imágenes, los modelos incluyen varios grados de estructura analógica, pudiendo ser completamente o parcialmente analógicos y parcialmente proposicionales (Gómez López, 2005).

Las imágenes comparten los atributos de los modelos, pero, siendo sólo una representación "visual" del modelo, no poseen capacidad explicativa, deben ser interpretadas. Una imagen "vale por mil palabras", pero así mismo, una proposición "vale un número infinito de imágenes" que a su vez son "visualizaciones" de modelos (Johnson-Laird, 1983).

Desde la psicología cognitiva, el término modelo mental se refiere a una representación mental elaborada por las personas cuando interactúan con su medio, textos, imágenes o combinaciones entre ambos. Los modelos mentales incluyen datos procedentes del exterior, conocimientos previos y expectativas del sujeto, etc., dando lugar a representaciones dinámicas en la memoria corto plazo. (Johnson-Laird, 1980). Bruner habla de representación mental (Bruner *et al.*, 1956). Piaget también se ocupa de las imágenes como construcción de representaciones mentales (Piaget, 1980). Bruner *et al.*, (1956) consideran como uno de los tres sistemas de representación en el pensamiento, el icónico. Las imágenes funcionan como analogías (Aduriz Bravo, 2005) y metáforas muy útiles para la comprensión de procesos complejos concretizando y disminuyendo los niveles de abstracción que puede tener una representación lógica formal proposicional.

## Objetivos

- Analizar las producciones sobre evolución de las especies (producciones gráficas, imágenes, esquemas y diagramas y su justificación) de alumnos de segundo año de enseñanza secundaria básica.
- Detectar los principales obstáculos en la construcción de árboles evolutivos y cladogramas.
- Comparar las imágenes con sus justificaciones.
- Indagar qué imagen icónica sobre la evolución seleccionan los alumnos de distintos niveles educativos y relacionar con su justificación-interpretación de la misma.
- Identificar obstáculos epistemológicos en la interpretación de imágenes y diagramas evolutivos en la selección y construcción de los mismos.
- Comparar las representaciones históricas de la evolución con los obstáculos epistemológicos presentes en los estudiantes.
- Sistematizar y buscar patrones comunes en las representaciones y sus obstáculos en estudiantes de distintos niveles educativos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En un principio se efectuó un estudio exploratorio de un seguimiento de los mismos alumnos durante tres años. Para ello se analizaron sus producciones en 1º, 2º y 3º año de la ESB. Para analizar las imágenes se tuvo en cuenta las siguientes categorías: representación lineal o ramificada; direccionalidad y progreso; temporalidad; incremento en complejidad; diferenciación; transformación o ancestro común y descendencia con modificación. En cuanto a la relación imagen-texto, primero, los distintos niveles textuales, si hay o no correspondencia descriptiva o explicativa, si se daba una justificación o llegaban a una argumentación. Luego se interpreta la coherencia conceptual y representativa, la información implícita en la imagen versus la información explicitada en el texto y los distintos niveles de errores conceptuales. Los mismos vistos desde la teoría evolutiva actual, las confusiones comunes con el desarrollo individual y las concepciones asociadas al sentido común.

Para segundo año de la ESB se desarrolló una secuencia didáctica y se analizaron las producciones obtenidas.

La misma se desarrolló en el siguiente orden de contenidos y actividades:

- 1. Representaciones espontáneas de la evolución de los seres vivos:** Los alumnos realizan representaciones esquemáticas o figurativas bajo la consigna “Representa con un dibujo o esquema la evolución de los seres vivos”
- 2. Árboles genealógicos.** Se les pide que cada uno traiga el árbol genealógico de su familia, si es posible hasta bisabuelos. Se comparan los árboles para encontrar parentescos entre las familias de los distintos alumnos.
- 3. Teoría del ancestro común** Se trabaja con indagación bibliográfica y ejemplificaciones representando las relaciones con árboles esquemáticos. Ejemplos: ñandú, avestruz, emú; caballo burro, cebra; etc.
- 4. Comparación de árboles evolutivos y árboles genealógicos**

5. **Selección e interpretación de distintos modelos de representaciones:** Se les presentan distintas representaciones: tipo escalera, árbol jerárquico en forma de ciprés, árbol ramificado, en forma de arbusto, esquematizados y figurativos, de los cuales deben seleccionar el que les parece más representativo y justificar.
6. **Representaciones ramificadas según criterios propios.:** Se les reparten figuras de seres vivos y se les pide que realicen una representación teniendo en cuenta ancestros comunes entre las especies dadas relacionando los parentescos según los criterios que elijan.
7. **Clasificaciones y representaciones de los libros de texto:** Se trabajan las actividades propuestas en el libro de texto Nuevamente Santillana (2011).
8. **Homologías y analogías:** Lectura y ejemplificación
9. **Cladismo:** Explicación e indagación en internet.
10. **Interpretación de cladogramas:** Los alumnos elijen cladogramas y realizan una presentación explicándolas
11. **Construcción de cladogramas utilizando un carácter de similitud análogo y /o homólogo. Comparación. Detección de errores:** Se les da tres seres vivos y tres caracteres y deben armar cladogramas con cada uno de los caracteres y decidir cuál es el correcto y por qué
12. **Construcción de matrices de caracteres sobre la base de especies y caracteres dados**
13. **Construcción de cladogramas simples**
14. **Construcción de matrices seleccionando caracteres, construcción de cladogramas con más caracteres y especies**
15. **Comparación, análisis, evaluación.**
16. **Presentación y socialización de producciones.**

## RESULTADOS PRELIMINARES

Los resultados preliminares de los análisis de las producciones de la secuencia didáctica muestran que los mayores obstáculos que se presentan son:

- La concepción lineal y progresiva de la evolución. (Figura 1)
- La separación del hombre de los animales o su diferenciación como punto culmine de la evolución. (Figura 1)
- Arraigo de la imagen figurativa y compartida por libros de textos e imaginario colectivo, del hombre que se va irguiendo progresivamente desde el primate.
- La idea arraigada del sentido común de incluir el mono como ascendiente directo y lineal del hombre. (Figura 2).
- Falta de relación con conocimientos previos o conocimientos previos erróneos y persistentes.

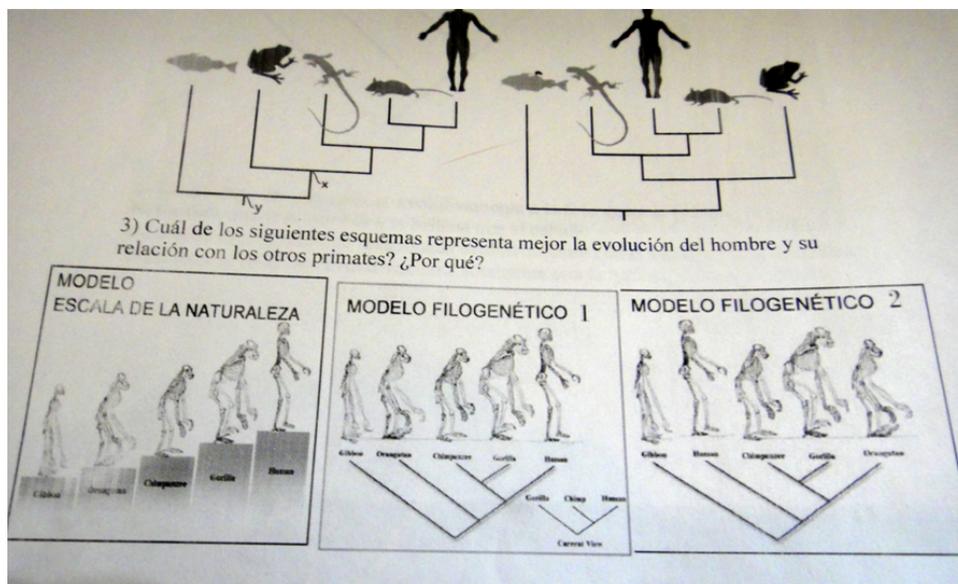


Figura 1: La mayoría selecciona la representación en escalera o bien, el modelo que conserva la idea de linealidad de izquierda a derecha hacia la figura humana.

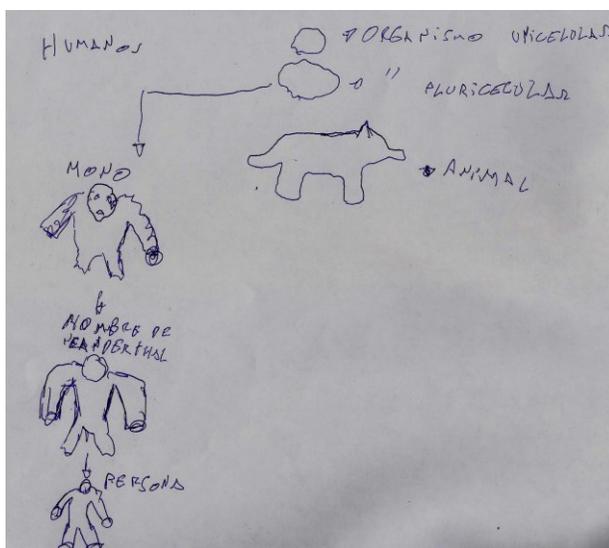


Figura 2: El hombre descendiente lineal del mono, separado de los demás animales

- La incomprensión y desconocimiento de las homologías y su diferenciación de analogías.
- La identificación del ancestro común como un eslabón existente actual o extinto.
- Dificultad en el pasaje de un modo de representación a otro: matriz de datos a diagrama ramificado. (Figura 3).
- El manejo de multivariables y parámetros aplicados a todos los elementos de una clasificación. (Figura 4).

Se puede inferir, aunque todavía no concluyó la investigación, que la representación del árbol no es espontánea, aunque se haya dado el concepto de ancestro común y ascendencia con modificación darwiniana. Dicha representación surge cuando es enseñada por analogía con el árbol genealógico, pero se mantienen las confusiones con desarrollo individual, la linealidad y la

progresión. Es significativo como resurge la idea y la representación lineal y progresiva, de lo simple a lo complejo, de menor a mayor y con direccionalidad izquierda a derecha.

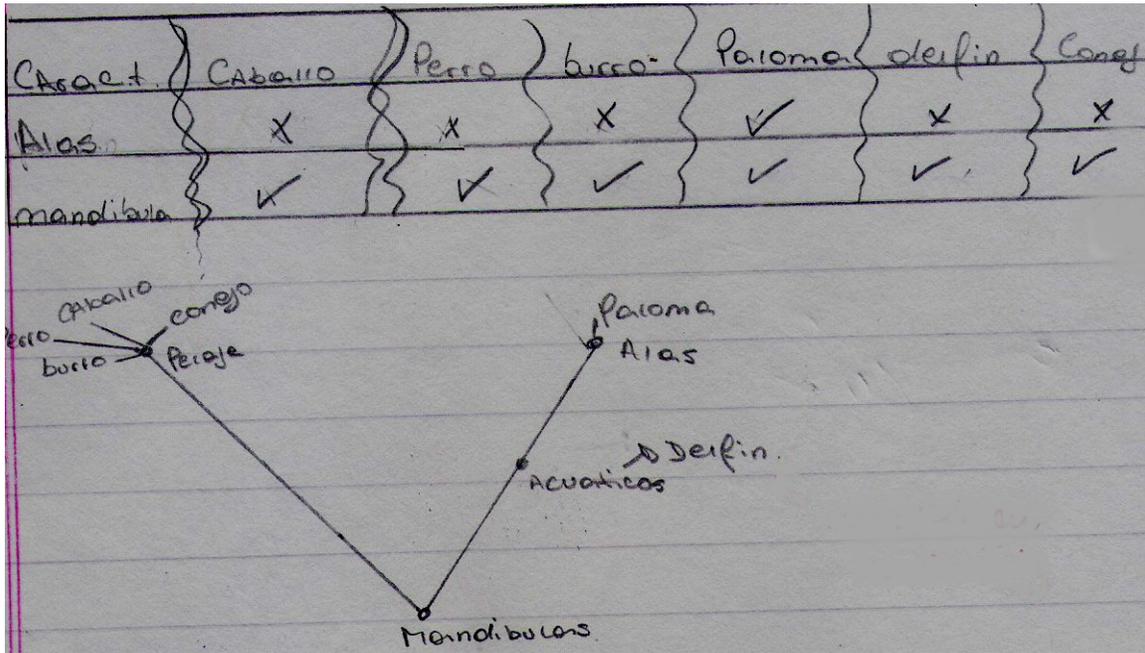


Figura 3: Falta de correspondencia matriz-árbol

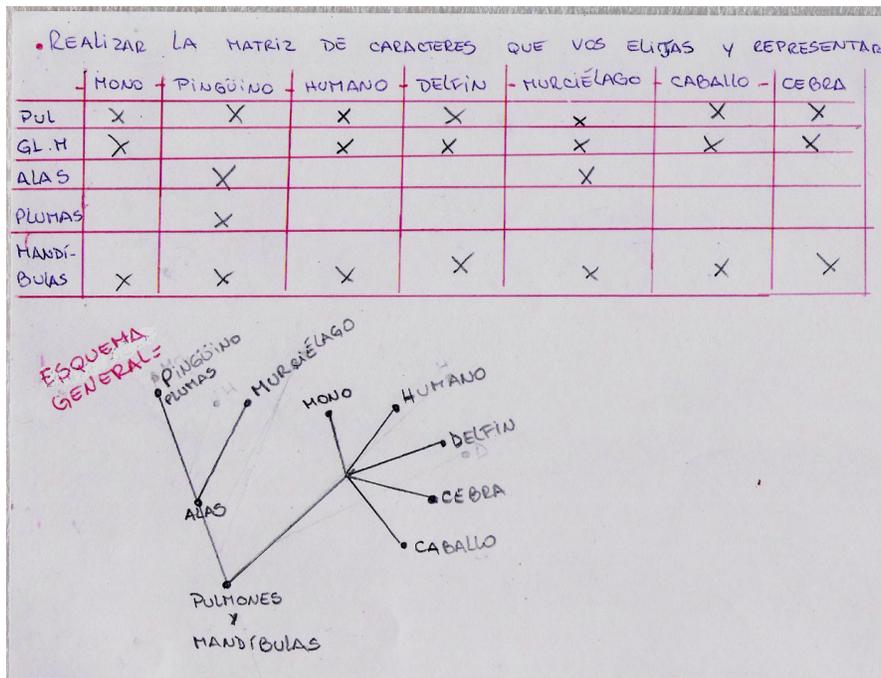


Figura 4: Dificultad en la representación cuando existen multivARIABLES aplicadas al mismo conjunto de elementos

Así mismo, se rescata la utilización de imágenes y representaciones por medio de cladogramas y matrices como herramientas potentes para pensar y construir modelos interpretativos de la

evolución por medio de ancestros comunes, facilita la expresión de conocimientos previos, la confrontación de errores y detección de obstáculos y la construcción de estrategias para superar los mismos utilizando los modelos de representación que nos provee la historia de la ciencia.

Derivadas de este análisis previo a la investigación propiamente dicha, surgen las siguientes preguntas:

- ¿Son espontáneas las representaciones de los alumnos? ¿Cómo influyen la consigna dada por el docente y los conocimientos previos en la creación de una imagen o esquema y en su justificación?
- ¿Sobre qué enunciados y o referencias conceptuales constituyen sus argumentos para justificar una selección de una representación?
- ¿Por qué aunque se cambie la representación lineal a árbol persiste en el discurso educativo la justificación de la evolución como progreso?
- ¿Influyen las acotaciones verbales del docente en las consignas y orientaciones para construir y/o interpretar imágenes? ¿Se pueden identificar las negociaciones que se establecen entre los actores de la clase que influyan sobre la decisión de los alumnos sobre la selección y justificación de las imágenes?

### CONCLUSIÓN

Esta propuesta fue útil para detectar dificultades y obstáculos asociados a las representaciones gráficas (imágenes y diagramas) en la interpretación de la historia evolutiva de las especies, además contribuyó a proveer insumos teóricos-prácticos para optimizar la enseñanza de la evolución utilizando las representaciones y la metodología del cladismo y la filogenética. La utilización de imágenes y diagramas puede convertirse en potentes herramientas facilitadoras e intermediarias de la comprensión de la evolución mediante ancestros comunes, además de permitir el análisis y el metaaprendizaje construyendo a partir de la interpretación crítica.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz Bravo, A. (2005). *Una introducción a la Naturaleza de la Ciencia*. Buenos Aires: Editorial Fondo de Cultura Económica. 102 p.

Bruner, J.S. Goodnow, J.J. y Austin, G.A. (1956). *A study of thinking*. Nueva York: Wiley.

Giere R (1999) *Using Models to Represent Reality*. In Magnani, Nersessian and Thagard (Eds) *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*. USA.

Gómez López, S. (2005). Modelos y representaciones visuales en la ciencia, *Revista. Escritura e imagen*, 1 :83-116.

Gould, S. J. (1995) *Escalas y conos: La evolución limitada por el uso de iconos canónicos*. En *Historias de la Ciencia y del olvido*. Edición de Robert B. Silvers. Ediciones Siruela, S. A., España.

Guimarães M. A. (2005) *Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia*. Universidade Estadual Paulista- UNESP. Programa Pós- Graduação para Ciência. Brasil.

Johnson-Laird, P.N. (1980). Mental Models in Cognitive Science . *Cognitive Science*, 4 : 71-115.

Johnson-Laird, Philip N (1983). *Mental Models: Toward a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Harvard University Press

Palma, H. (2008) *Metáforas y modelos científicos*. Libros del Zorzal. Buenos Aires. Argentina.

Piaget, J. (1980). *Biología y conocimiento*, vol. b. México: Ediciones Siglo XXI.

Pozo, J. I., 1999. Más allá del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3) 513-520.

Pozo, J.I. (2003). *Adquisición de Conocimiento*. Madrid: Ediciones Morata. España.

Torreblanca M. (2012) *Tan difícil pensar como Darwin*. Ed. EAE. España.

Toulmin, S. (1977) *La Comprensión Humana. I. El Uso colectivo de los conceptos*, Alianza Editorial. Madrid. España.