

Enseñanza de las ciencias naturales, la importancia de la relación pedagógica en la clase de biología molecular

Teaching natural science: the importance of the pedagogical relationship in a molecular biology class

Lida C. Jerónimo-Arango¹, José E. Ayala-Zuluaga²

¹Lic. en educación Física y Recreación, MSc, Universidad de los Llanos

²Lic. en educación Física y Recreación, MSc, Universidad del Quindío.

Email: galilea8486@hotmail.com

Recibido: Febrero 23 de 2010. Aceptado: Julio 29 de 2011

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue conocer la importancia de la relación pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales entre el docente y 25 estudiantes del curso de Biología Molecular del Programa de Salud de la Universidad Autónoma de Manizales. El estudio fue de tipo cualitativo de corte descriptivo-interpretativo, soportado en lo cuasi-etnográfico. Se emplearon técnicas de observación no participante, grabaciones sonoras, video y notas de campo. Se determinó que la relación pedagógica al interior del curso se manifiesta a través de dos componentes, el interactivo, que reúne los esfuerzos del docente para lograr la comprensión de los conceptos disciplinares a través de la mayéutica y el conflicto cognitivo y el integrador, que involucra elementos propios de la cognición, metacognición y motivación. Se concluye que la relación pedagógica cobra importancia al convertirse en un agente de cambio en la forma de enseñar y aprender ciencia cuando involucra elementos como la cognición, metacognición y motivación.

Palabras claves: Relación pedagógica, cognición, metacognición y motivación.

ABSTRACT

This study was aimed at showing the importance of the pedagogical relationship between the teacher and 25 students regarding the learning-teaching of natural sciences in a molecular biology class forming part of the Universidad Autonoma de Manizales' healthcare programme. This was a descriptive-interpretative qualitative study supported by quasi-ethnography. Non-participative observation techniques were used, such as tape recordings, video recordings and field notes.

It was determined that the pedagogical relationship within the classroom became apparent through two components; the interactive component brought together the teacher's efforts to ensure understanding of the topics being deal with (molecular biology) through maieutics (mental midwifery) and cognitive conflict whilst the integrator component involved elements of cognition, metacognition and motivation.

It was thus concluded that the pedagogical relationship is important as it becomes an agent of change regarding how science is taught and learned when elements such as cognition, metacognition and motivation are involved.

Key words: Pedagogical relationship, cognition, metacognition, motivation.

INTRODUCCIÓN

El papel de la educación ha evolucionado a lo largo del tiempo, cada sociedad formula sus propios modelos educativos y sus propias definiciones en cuanto a lo que debe ser la educación, para ello se construye un marco teórico y metodológico con el cual pretende asegurar que sus miembros tengan acceso al conocimiento y que este responda a las necesidades y demandas de dicha sociedad.

Con relación a lo anterior se viene observando una preocupación por el mejoramiento de la calidad de la educación común en todas las áreas del saber. En el campo específico de las ciencias naturales hoy se cuenta con una serie de aportes de la epistemología, la psicología cognitiva, la sociología, la pedagogía y la didáctica misma que han contribuido a identificar las diversas dificultades en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, así como determinar las concepciones epistemológicas que tienen los alumnos y los maestros sobre la misma.

Autores como Vázquez (1992), Porlan (1995), Barrierd (1988), Strangy Shayer (1993), De Cudmani (2000) Flórez (2001) Zuluaga (2003) y Tamayo, O. (2001) han realizado estudios en estas temáticas y su relación con las ciencias naturales, la evaluación, la didáctica, la pedagogía, incluyendo la implicación en los denominados por la escuela francesa como "modelos cognitivos" para la educación.

Estas investigaciones en didáctica de las ciencias revelan cómo los estudios se han centrado básicamente en las concepciones epistemológicas, las estructuras de los contenidos y a las estrategias metodológicas. Sin embargo en los últimos años se presta cada vez más atención a componentes como el desarrollo cognitivo, la metacognición y la motivación.

Desde el punto de vista cognitivo, se requiere que los estudiantes realicen procesos de atención, percepción, memoria, razonamiento, imaginación, toma de decisiones, pensamiento y lenguaje. Por su parte Tamayo, O. (2001) afirma que entre las destrezas básicas que se espera que desarrollen los alumnos en ciencias se destacan las capacidades de observación, clasificación, comparación, medición, descripción, organización coherente de la información, predicción, formulación de inferencias e hipótesis, interpretación de datos, elaboración de modelos y obtención de conclusiones.

En cuanto a la metacognición, además de ser una ayuda al aprendizaje, es hoy un objetivo legítimo de la enseñanza (Novak y Gowin, 1988). Se ha argumentado incluso que la enseñanza de las ciencias puede resultar especialmente adecuada para este propósito (Baker, 1991); teniendo en cuenta que gran parte de la problemática encontrada en los alumnos de ciencias es que sus niveles de comprensión son bajos y no siempre se cumple con identificar y manifestar las limitaciones, lo que puede considerarse, que les impide darse cuenta que no saben y las razones de esto.

La idea que subyace es que los alumnos poseen las capacidades necesarias para aplicar destrezas metacognitivas, pero con frecuencia no son capaces de hacerlo de manera espontánea. La mayor parte de los programas de instrucción directa en capacidades metacognitivas que se han publicado se destinan a mejorar el aprendizaje a partir de textos (Campanario, 1999) y no están orientados explícitamente al aprendizaje de las ciencias.

A su vez, frente a la pertinencia, que en la enseñanza de las ciencias se incluyan, como objeto de desarrollo, lo cognitivo, metacognitivo y motivacional, adicional, teniendo en cuenta que los procesos de interacción sociocultural y especialmente los procesos discursivos que se dan en el aula pueden dar cuenta de la presencia o la ausencia de estas dimensiones en las actuaciones específicos del maestro y el estudiante, se puede llegar a formular las siguientes preguntas de investigación:

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque

Para transitar un trayecto, en este trabajo, se parte de reconocer que las realidades investigativas en el mundo actual se están movilizando hacia la complejización “Ésta es entendida para este apartado en el sentido que las formas de hacer investigación deben nutrirse o alimentarse desde diversas formas de hacer investigación para explicar-comprender mejor el fenómeno” (Tamayo. M., 1999; Guzmán y Guber, 2001; Murcia y Hottois, 2008); bajo esta perspectiva, el trabajo investigativo utilizó un enfoque comprensivo, el cual se aborda desde la tradición investigativa denominada hermenéutica (Strauss y Corbin, 1990; Gadamer, 1977; Dilthey, 1980; Briones, 1996; Mardones, 1991; Rubio, 1994) y visto como la posibilidad de considerar un acontecimiento desde una doble perspectiva; no sólo como acontecimiento objetivo y material, sino como un evento que puede comprenderse e interpretarse.

Tipo de estudio

El tipo de estudio fue cualitativo de corte descriptivo-interpretativo, soportado en lo cuasi-etnográfico (Guber, 2001; Byrman, 2003). Este permite ubicarse en la perspectiva de la investigación en la escuela, en tanto que desde allí es posible abordar la problemática que gira en torno a la relación pedagógica y responder así a criterios más amplios que los estrictamente académicos.

¿Cómo es la relación pedagógica que se vive al interior del aula en la ejecución del programa de biología molecular en la universidad Autónoma de Manizales?

¿Incluye la relación pedagógica componentes como la cognición, la metacognición y la motivación?

¿Cómo se vinculan los componentes cognitivo, metacognitivo y motivacional en la relación pedagógica?

El camino que se configuró a partir de la elección de la cuasi-etnografía, estuvo matizado por un trabajo de campo durante un año, en cual los investigadores permanecían 2 horas en cada clase durante dos veces a la semana, reuniendo así información de 412 horas, a partir de este proceso se delimitaron unos focos de análisis que permitió la construcción de relaciones a los investigadores, luego en una mirada de comprensión se construyeron los focos de sentido que se le da a la relación pedagógica y la categorías que presenta el informe.

Población

La unidad de trabajo, estuvo constituida por 25 estudiantes y 1 docente del curso de Biología Molecular de la facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Manizales., en este proceso no se tomó en cuenta las acciones de los actores de manera individual, sino que la información era codificada según el instrumento que se utilizó para recolectar la información.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La técnica que se implementó fue la observación no participante de la clase de biología molecular, éste instrumento se codificó como GOFecha, que sirve para saber la fecha de la observación,

por ejemplo, NC2007/4/23, corresponde a la guía de observación desarrollada el día 23 de abril del 2007.

Con los instrumentos se utilizaron como elementos que identifican su organización los siguientes criterios, las grabaciones sonoras fueron codificadas como GSNUMERO, por ejemplo, GS5 corresponde al registro de audio numero 5.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis y presentación de los resultados se realizó a partir de la triangulación de la información obtenida en los instrumentos aplicados y realizados de forma manual, éste se hizo cualitativamente de cada una de las categorías teniendo en cuenta la siguiente secuencia de pasos:

1. Se realizaron transcripciones de las grabaciones en audio, utilizando las recomendaciones de Lemke (1997)
2. En las transcripciones se identificaron secuencias de enunciados con sentido, las cuales constituyeron la unidad de análisis
3. Se realizó una clasificación inicial de esta información en las categorías iniciales cognición, meta cognición, motivación. Se organizó la

RESULTADOS

La búsqueda decidida al interior de la clase de biología molecular permitió hacer una refinación de la relación pedagógica a partir de sus regularidades y propiedades, así mismo tener una percepción del conjunto de elementos constituidos en la cognición, metacognición y motivación, encontrando que la relación pedagógica que se da al interior de la clase de biología molecular en la Universidad Autónoma de Manizales se manifiesta fundamentalmente a través de dos componentes fundamentales como son:

Interactivo: Reúne los esfuerzos que realiza el docente para lograr la comprensión de los conceptos disciplinares por parte de los estudiantes a través de la mayéutica y el conflicto cognitivo.

Integrador: Ya que involucra elementos que indican la integración de elementos propios de la cognición, metacognición y motivación procurando que los

Asimismo, se utilizó la captura en video, su codificación fue CVNUMERO que corresponde al momento en se realizó la grabación, por último, se realizaron notas de campo que fueron codificadas así: NCFECHA, es decir, por ejemplo NC2007/4/23, corresponde a la nota de campo desarrollada el día 23 de abril del 2007.

información en redes sistémicas y se procedió a la construcción de las categorías que emergieron del análisis de tal información.

4. Se observaron cuidadosamente los videos con el fin de establecer patrones de comportamiento que contribuyan a la confirmación o refutación de las observaciones realizadas.

5. La información obtenida en los protocolos de cada clase se organizó en redes sistémicas con el objetivo de identificar patrones de comportamiento que contribuyeron al esclarecimiento de las categorías de análisis.

Finalmente se procedió a la interpretación y a la caracterización del la relación pedagógica objeto de estudio.

estudiantes conozcan las características y limitaciones de sus propios recursos cognitivos y por tanto el control y regulación de los mismos. Se pudo determinar cómo esta relación entre los estudiantes y el profesor es compleja por cuanto involucra no sólo el intercambio de códigos lingüísticos y corporales que en algunas ocasiones favorecen y en otras desfavorecen la convivencia al interior del aula, sino que también que, ésta tiene que ver con los imaginarios, con las motivaciones e intencionalidades de quienes allí intervienen, las cuales van ligadas directamente con la dinámica enseñar-aprender y transversalizadas la mayoría de las veces por el conocimiento o el saber disciplinar.(CV 12)

En la clase biología molecular en la Universidad Autónoma de Manizales, el profesor recurre a la cognición, la metacognición y la motivación como

agentes de los procesos de enseñanza –aprendizaje que se dan en el aula, ya que no solo enseña los contenidos a los estudiantes sino también les enseña a pensar sobre el cómo están aprendiendo.

*“Lo que hemos aprendido de*** no necesariamente de memoria, porque hemos tenido que analizar conceptos. Mirar lo que hemos hecho si?, la finalidad es que también podamos establecer planes, cuando hacemos esto, vamos mecanizando, vamos tratando de mecanizar cosas de los temas que hemos visto, digamos que en un principio uno puede aprender como muy en el aire, como captar los conceptos muy en el aire, después*****el mayor número de información a la que tienen que remitirse...saber cuándo tiene que aplicar un concepto...cierto?. Vamos a mirar... Voy a preguntarles por grupitos, y van a responder unas preguntas *** luego miramos si las...alcanzaron y como lo alcanzaron....bueno?” (GS7).*

Por otra parte, se encontró que pese a que los estudiantes no tenían muchas habilidades de tipo cognitivo tales como: observación, clasificación, comparación, medición, descripción, organización coherente de la información, predicción, formulación de inferencias e hipótesis, interpretación de datos, elaboración de modelos, y obtención de conclusiones que les permitieran conceptualizar con propiedad, el profesor por su parte, intenta involucrar al estudiante en el ejercicio de mejores comprensiones, por lo que casi siempre está induciéndolo a realizar análisis y procesamiento de la información a través de preguntas, con las que a su vez conduce a los estudiante a hacer uso de sus operaciones mentales. La complejidad de los contenidos de la asignatura exige del estudiante un mayor esfuerzo para lograr su comprensión y asimilación, por lo que el aprendizaje de memoria resulta ineficaz, la metodología empleada por el maestro en la clase involucra activamente a los estudiantes en el abordaje y selección de los contenidos, Incluyendo elementos del aprendizaje colaborativo. NC2007/4/23.

Para los estudiantes de biología molecular, en términos de motivación, la calificación numérica

adquiere mayor importancia en tanto que lo legítima frente a su maestro y compañeros, pasando por alto lo cualitativo que es en últimas lo que da cuenta de la real apropiación del conocimiento. Ante estas posturas tan particulares sobre la evaluación es común que en el aula se discuta lo cuantitativo de la nota dándole a ésta mayor importancia en relación con los procesos que se dan al interior de la clase y fuera de ella; dichos procesos tienen que ver directamente con los aspectos sociales del aula tales como el diálogo, el reconocimiento del otro como sujeto que no sólo piensa sino que además siente, los cuales son determinados por actuaciones del docente y de los estudiantes.

El docente promueve algunas acciones y actitudes, orientando a los estudiantes hacia la autoevaluación y la toma de conciencia sobre el proceso ya que éstos no parecen considerarlo importante, salvo por la retribución cuantitativa que obtendrán por el ejercicio mismo de la reflexión.

294.Ma:entonces. Vamos a la evaluación, vamos a la evaluación, la evaluación es para saber que tanto trabajamos sobre genética, o que tanto no...

295.Ma: ... de alguna manera, de alguna manera quisiera saber....que ustedes me hagan saber...*** que ustedes hagan todo un análisis de sus dificultades**** que ustedes mismos identifiquen que les falta..

296.Ao: listo;jj

297.Ao para cuando lo tenemos que hacer?

298.Ma: pues antes que se termine el semestre, antes de que se termine la otra semana...Aprendan a cuestionarse...

299.Ao:jjprofe y entonces...¿ va nota pà esto?

300.Ma: *dejen de pensar por la nota, y dejen de pensar que si eso tiene nota, entonces lo hago, pero sino me van a calificar entonces no lo hago, ojo con eso.* (GS5)

A partir de las interacciones que se dan en el aula se aprecia como la motivación es un componente de la relación pedagógica que el profesor no pasa por alto ya que con ella genera espacios apropiados para el aprendizaje sobre todo cuando muchos de los estudiantes se sienten frustrados y poco animados para emprender nuevamente la tarea o para iniciar otras que demanden iguales o superiores esfuerzos ante la imposibilidad para comprender y apropiarse de los contenidos de la biología molecular.

DISCUSIÓN

A partir de los resultados arrojados y desde los planteamientos propios del constructivismo, se puede explicar cómo la relación pedagógica que se da al interior del suceso de aula estudiado, se constituye a través de la interacción permanente entre los estudiantes y el docente con el conocimiento, el cual actúa como eje articulador entre las funciones de los actores que intervienen en los procesos, y por lo tanto como ésta se convierte en una adecuada estrategia para favorecer la evolución y el desarrollo de profesores como de los estudiantes tal como lo afirman Cañal y Porlán, (1995).

Por otra parte, con respecto al aprendizaje de las ciencias, Baker (1991) en sus trabajos plantea el vínculo existente entre la metacognición y el uso de estrategias metacognitivas, así mismo, y en consonancia con Pozo (1999), se encuentra que la cognición juega un papel fundamental en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en tanto que no sólo se ocupa del procesamiento de la información mediante el desarrollo de habilidades, sino que también se interesa por el estudio de las representaciones mentales del sujeto que aprende. En cuanto a la motivación, Díaz Barriga, (1999) considera que el papel del docente se centrará en inducir motivos en sus alumnos en lo que respecta a sus aprendizajes y comportamientos para aplicarlos de manera voluntaria a los trabajos de clase, dando significado

El profesor de biología molecular reconoce a sus estudiantes no sólo en su dimensión cognitiva, sino también en su parte social y emocional, procura a su vez que entre compañeros este reconocimiento también se dé en todo momento, especialmente cuando se están dirigiendo al grupo, fomentando así el derecho a ser escuchado con respeto y el deber de escuchar bajo las mismas condiciones.

a las tareas escolares y proveyéndolas de un fin determinado de manera tal que los alumnos desarrollen un verdadero gusto por la actividad escolar y comprendan su utilidad social". Estos planteamientos se han centrado básicamente en abordar de manera aislada de la relación pedagógica los componentes como el desarrollo cognitivo, la metacognición y la motivación, por lo tanto, como estrategia, la relación pedagógica en la clase de biología molecular solo cobra real importancia cuando en ella intervienen en la misma proporción la cognición, la metacognición y la motivación como elementos integradores que permiten transformar las prácticas pedagógicas que se dan en el aula, ya que según estudios realizados por Mellado (1993,1998) sobre las concepciones de la ciencia y la didáctica de las ciencias, adicional en su relación con la conducta en el aula al impartir una lección de ciencias, los maestros investigados coincidieron en que su desempeño estaba marcado por una sucesión de instrucción transmisiva tradicional.

Desde lo expuesto, se recomienda a los maestros incluir en la planeación de los contenidos, así como en la ejecución de las mismas estrategias cognitivas, metacognitivas y motivacionales; a fin de potenciar en el estudiante la autonomía, la creatividad, las habilidades de pensamiento que puedan ser aplicadas en la construcción del conocimiento y en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la biología molecular.

REFERENCIAS

- Baker L. (1991). *Metacognition, reading and science education*, Newsdale, Delaware: International Reading Association.
- Barrierd LM. Interacción entre iguales y aprendizaje de conceptos científicos en: *Enseñanza de las ciencias*. 1988;18(2): 255-274.
- Briones G. (2006). *Métodos y técnicas de investigación para ciencias sociales*. Editorial trillas. México.
- Bryman A. (2003) *Social research methods*. Second edition. Oxford University Press. New York.
- Campanario JM ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En: *Enseñanza de las ciencias*. 1999; 17(2):179-192.
- Campanario JM. Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. En: *Enseñanza de las ciencias*. 2003; 21(2): 316-328.
- Cañal & Porlán J. (1995).*Constructivismo y enseñanzas de las ciencias*.Sevilla:Editorial Diada.
- De Cudmani L. Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de la ciencias. En: *Enseñanza de las ciencias*. 2000; 18(1): 3-13.
- Díaz BF, Hernández RG. (1999) *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: Mc Graw Hill.
- Flórez R. (1995). *Hacia una pedagogía del conocimiento*. Santafé de Bogotá. Editorial McGraw-Hill.
- Flórez R. (2001). *Investigación educativa y pedagógica*. Bogotá. Editorial McGraw Hill.
- Gaskins I, Thorne E. (1999). *Cómo enseñar estrategias cognitivas en la escuela*. Editorial Paidós.
- Gadamer HG. (1977) *Verdad y método II*. Trad. Olasagasti, M. ediciones Sígueme. Salamanca.
- Gómez-Chacón IM. Una metodología cualitativa para el estudio de las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas. *Enseñanza de las ciencias*. 1988; 16(3): 431-450.
- Gotees JP; Lecompte MD. (1988) *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Traducido por Ballesteros, A. Madrid
- Guber R. (2001) *La etnografía método, campo y reflexividad*. Bogotá. Ed. Norma.
- Guzmán G. (2001). *La teoría de la acción comunicativa como nuevo paradigma de investigación en ciencias sociales, las ciencias de la discusión*. Programa de especialización en teorías, método y técnicas de investigación social. ICFES. Bogotá
- Hottois A. (2008). "La presencia de los valores educativos en la actividad fisicodeportiva". *Deporte y calidad de vida No.4*. Librerías Deportivas Esteban Sanz, S.L. Madrid
- Islas Guaridi V. El que hacer científico versus el que hacer áulico. *Enseñanza de las ciencias*. 1999; 17(2):281-290.
- Ianfrancesco G. (1997). *Aportes a la didáctica constructivista de las ciencias naturales*. Santa fe de Bogotá: Libros & libre S.A.
- Ianfrancesco G. (1998) *La Investigación Pedagógica: Una Alternativa Para El Cambio Educacional*. Santa fe de Bogotá. Editorial Libros & Libros S.A.
- Lemke JL. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Loaiza Y. (2010). *Sabio o Erudito: el maestro de las escuelas normales de Caldas 1963-1978*. Manizales. Editorial universidad de Caldas.

- Mardones JM. (1991). Filosofía de las ciencias humanas y sociales. Barcelona. Ed. Antropos.
- Martínez Losada C. Las ideas de los profesores de ciencias sobre la formación docente. Enseñanza de las ciencias. 1993; pp 26-32.
- Martínez M. (1999). El enfoque sociocultural en el estudio del desarrollo y la educación. Revista de investigación educativa.
- Mellado Jiménez V. Las concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. Enseñanza de las Ciencias. 1993; 4(3): 289-302.
- Mellado, Jiménez, V. The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science education. 1998; 82(2):197-24
- Ministerio de Educación Superior- Colombia (MES-C). (2009). Caracterización de los estudiantes que ingresan a la Educación Superior. En: Deserción en Educación Superior.
- Murcia N; Jaramillo G. (2008) Investigación cualitativa, la complementariedad. Armenia. Ed. Kinesis.
- Novak JD; Gowin DB. (1988). Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca.
- Novack JD (1991). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid. Alianza Universidad.
- Piaget J. (1996). Seis estudios de psicología. Barcelona. Ed. Seix Barral.
- Porlan R, García E, Cañal P. (1995). Constructivismo y enseñanza de las ciencias. Sevilla.
- Porlan R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. Enseñanza de las Ciencias. 155-171.
- Posner JG. (1998). Análisis del currículo. México. Segunda edición, editorial Mc. Graw Hill.
- Pozo JI; Gómez MA. (2000). Aprender y enseñar ciencia. Madrid. Ediciones Morata.
- Pozo JI. (1999). Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje. Madrid. Alianza Editorial.
- Rodríguez-Barrero L. MInteracción entre iguales y aprendizaje de conceptos científicos. Enseñanza de las ciencias. 2000; 18(2): 255-274.
- Romero F & Otros. (2002). Habilidades metacognitivas y entorno educativo. Pereira: Editorial Papiro.
- Rubio L. (1994). Desarrollo del niño y del adolescente". Prentice hall iberia, Madrid
- Strauss A, Corbin J. (2002). Bases de la investigación cualitativa, técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín. Ediciones Universidad de Antioquia. Primera edición,
- Vásquez AA. Una evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia. En: Enseñanza de las ciencias. 1992; 15(2): 199-213.
- Strang J, Shayer MF. Actores cognitivos en la comunicación. Enseñanza de las Ciencias. 1993; 16 (I): 21-41.
- Tamayo-Álzate OE. (2001). Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional, aplicación al concepto de respiración. Universidad Autónoma de Barcelona: Tesis de doctorado, recuperado de <http://www.tdx.cat/TDX-1015101-133217>
- Tamayo Álzate OE. (2003). Caracterización general de la didáctica. Documento Univeritario. Doctorado en ciencias de la educación de Rudecolombia. Cade Universidad de Caldas.
- Tamayo M. (1999). Serie aprender a investigar. La investigación, el proyecto de investigación, Análisis de la información. Tomos I IV y V. Arfo editores. Santa Fe de Bogotá
- Zuluaga OL. (2003). De Comenio a Herbart.. Revista Educación y Cultura No 17.