



---

## INTERACCIÓN MULTIMODALIDAD Y EVOLUCIÓN CONCEPTUAL EN EL AULA DE BIOQUÍMICA<sup>1</sup>

**Autores.** 1.Valentina Cadavid Alzate. 2.Oscar Eugenio Tamayo Alzate 1.Universidad Autónoma de Manizales, Universidad de Caldas, [valentinac@autonoma.edu.co](mailto:valentinac@autonoma.edu.co). 2.Universidad de Caldas, Universidad Autónoma de Manizales, [oscar.tamayo@ucaldas.edu.co](mailto:oscar.tamayo@ucaldas.edu.co).

**Tema:** Eje temático 7

**Modalidad:** 1. Nivel educativo Universitario

**Resumen.** La presente propuesta de investigación tiene como objetivo comprender las posibles relaciones que se establece entre la interacción multimodal y los procesos de evolución conceptual en el aula de bioquímica. El estudio del lenguaje desde un enfoque multimodal ha permitido conocer el aporte de los múltiples modos semióticos en la representación, construcción y orquestación global de los significados. Asimismo, los estudios sobre la evolución conceptual resaltan la importancia de rastrear las ideas iniciales de los estudiantes y el rol de estas en el aprendizaje de conceptos científicos. A través de, un diseño cualitativo de corte comprensivo, estudiaremos a través de un análisis multimodal las interacciones entre docente y estudiante y entre estudiantes, analizando en profundidad fragmentos de video de diferentes momentos de la clase, concentraremos con mucho interés en las interacciones cara a cara. Asimismo, se examinarán el lenguaje oral-gestual de los estudiantes, las representaciones pictóricas o dibujos que elaboran durante el estudio de la temática y el lenguaje escrito, ello con el fin de rastrear el proceso de evolución conceptual, de esta manera podremos comprender, si en la medida en que un docente, trabajar de manera conciente e intencionada los múltiples modos semióticos, se favorecen los procesos de evolución conceptual.

**Palabras claves.** interacción multimodalidad, evolución conceptual, aula de bioquímica, aprendizaje, metabolismo de carbohidratos.

### Introducción

Tradicionalmente, en el aula ha predominado el lenguaje oral y escrito en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Restringir estos procesos solo a estos dos lenguajes, nublaría el camino para explorar de qué manera otros tipos de lenguajes contribuyen a la construcción y representación de significados, y al aprendizaje de las ciencias. Por esta razón, se hace necesario hoy, reconocer la función que cumplen los múltiples lenguajes o modos semióticos en la enseñanza de conceptos científicos, (Haqui;2013; Jewitt, 2009; Tamayo, Cadavid y Dávila, 2018) y el amplio repertorio de modos que pueden ser empleados. De lo que se trata entonces, es de reconocer que, dentro de los procesos de aula, las prácticas docentes deben apuntar a una enseñanza basada en la utilización de distintos modos, siendo evidente la necesidad de encontrar nuevas formas de mirar y hablar, donde se promuevan escenarios de aulas que estén permeados por una enseñanza multimodal (Kress, Jewitt, Ogborn, Tsatsarelis, 2001).

Por lo que se refiere al cambio conceptual, los estudios desarrollados entre los años 70 y 80 dan cuenta de la importancia de conocer las ideas iniciales de los estudiantes. Derivado de lo anterior, hoy el punto de partida de la enseñanza de las ciencias es el reconocimiento de estas ideas y, su incidencia en los procesos de aprendizaje. Vosniadou (2007) plantea que una de las misiones de la educación científica es facultar al estudiante para la comprensión de diferentes disciplinas científicas, esto

---

<sup>1</sup> Es importante mencionar que la presente propuesta de investigación se encuentra en curso en el marco de la tesis doctoral de quien la presenta.

implica que los docentes tienen la responsabilidad de diseñar actividades y escenarios de aula que promuevan la toma de conciencia de dichas ideas y su posterior transformación.

En síntesis y reconociendo el aporte de estas dos grandes líneas de investigación en didáctica de las ciencias, surge esta propuesta de investigación dirigida a comprender la posible relación entre la interacción multimodal y los procesos de evolución conceptual.

### Pregunta de investigación

¿Cómo la interacción multimodal favorece los procesos de evolución conceptual en estudiantes universitarios?

### Objetivo General

Comprender las posibles relaciones que se establecen entre la interacción multimodal y los procesos de evolución conceptual.

### Objetivos específicos

- Describir los diferentes modos que emplean los estudiantes durante el desarrollo de actividades de aprendizaje, con relación al tema de metabolismo de carbohidratos.
- Entender la interacción multimodal y su aporte a la construcción y representación de conceptos claros y coherentes por parte de los estudiantes.
- Comprender el aporte de los modos semióticos y de la interacción multimodal, en los procesos de evolución conceptual.

### Referente teórico

#### Multimodalidad desde la teoría de la semiótica social

Cuando se hace referencia al término Multimodalidad con frecuencia suele relacionarse con el nombre de Gunther Kress. En su estudio de la clase de un docente que enseñaba la circulación de la sangre, logró evidenciar el papel fundamental que cumple los múltiples modos semióticos en la construcción y representación de significado en el aula de ciencias, gracias a la orquestación de estos modos que se conjugan en el acto comunicativo. Para Kress, Jewitt, Ogborn y Tsatsarelis (2001) el punto clave para el estudio de la multimodalidad, es reconocer que el significado se distribuye a través de todos los modos semióticos, donde la orquestación y la creación del conjunto multimodal contribuye a la construcción global del significado. En términos de Jewitt (2009):

El punto de partida para la multimodalidad es extender la interpretación social del lenguaje y sus significados a toda la gama de modos de representación o recursos semióticos para dar significado (...), como la imagen, la escritura, el gesto, la mirada, el habla, la postura. (p.4)

En síntesis, el propósito principal de los estudios multimodales es conocer e interpretar el uso de los diferentes modos semióticos en los eventos comunicativos que se establecen en el aula de ciencias, acercándonos a los procesos de representación y construcción de significados, durante la interacción profesor-estudiante y entre estudiante-estudiante. La multimodalidad vista desde un enfoque de la semiótica social, asume como unidad de análisis el uso de los múltiples modos semióticos en el contexto social, donde se crea y desarrolla. Jewitt (2013) sostiene que “La multimodalidad desde un enfoque de la semiótica social atiende sistemáticamente a la interpretación social de una variedad de formas para construir significado”

(p.1,2). De allí se deriva la importancia de reconocer el entorno social que potencializa y permite la construcción de significados, en respuesta a una demanda comunicativa, en nuestro caso particular, la construcción y representación de significados surge en respuesta a una tarea de aprendizaje concreta, donde la intensión del creado de significados es clave para explorar lo que piensa y la forma o formas a través de las cuales como lo representa.

La tesis general que, orienta el estudio de la multimodalidad desde una perspectiva de la semiótica social es, el reconocimiento de la unión entre el lenguaje, su contexto y el actor social, como portador y creador de significados. Halliday (1982) plantea “la lengua y el hombre social-constituye un concepto unido que necesita comprenderse e investigarse como un todo. Lo uno no existe sin lo otro: no puede haber hombre social sin lenguaje y no puede haber lengua sin hombre social” (p.22). Se deriva de lo anterior, la unidad sujeto-lenguaje destacando la relación de dependencia que entre ellos existe.

Como resultado de lo expuesto anteriormente, y siguiendo a Halliday, consideramos el aula como un sistema semiótico, reconociendo que: 1) dicha comunidad lingüística está conformada por sujetos que hablan de maneras diferentes, ya que el discurso científico del profesor puede no ser el mismo discurso que poseen los estudiantes; 2) hay presencia de intercambios de significado, y 3) que existe una organización social, por ejemplo, las relaciones profesor-estudiantes, estudiante-estudiante. De allí pues, surge el interés por comprender la interacción comunicativa mediada a través de múltiples modos semióticos en el aula de bioquímica, donde hay presencia de representación y construcción de significados.

#### **Análisis de los múltiples lenguajes en el aula de bioquímica**

A continuación, presentamos los diferentes tipos de lenguajes o modos semiótico que estudiaremos en las diferentes actividades de interacción comunicativa, donde se involucra la participación del docente con los estudiantes y de los estudiantes en sus grupos de trabajo. Esto con el fin de poder comprender la incidencia de estos escenarios de interacción comunicativa en los procesos de evolución conceptual.

#### **Lenguaje visual**

Para Acaso (2006), el lenguaje visual hace referencia al código específico de la comunicación visual agrega que es el modo de lenguaje que más cercanía tienen con la realidad, ya que, permite la representación de características, componentes, relaciones y formas de objetos o fenómenos del mundo exterior. A través de un análisis inductivo de contenido estudiaremos los dibujos o representaciones que construyan los estudiantes durante el estudio del metabolismo de carbohidratos, tomamos como referencia el modelo de 5 niveles propuesto por Köse (2008) el cual se adaptará teniendo en cuenta la naturaleza del tema estudiado.

En conclusión, el dibujo, como un tipo de representación visual, cumple con diferentes propósitos dentro del aula de ciencias, representar y externalizar las ideas, comunicar y evaluar las ideas propias y las de los demás. Köse (2008) afirma que, los dibujos proveen información valiosa para el proceso de enseñanza y aprendizaje, además proporciona un espacio diferente para la expresión creativa. Cabe resaltar que, las representaciones visuales podrían desempeñar una función epistémica también, ya que pueden permitirle al estudiante la construcción de un concepto.

#### **Unidad de significado- lenguaje oral- gestual**

No es extraño observar que, cuando las personas hablan mueven al mismo tiempo sus manos u otras partes de su cuerpo, como los brazos. Para distintos autores los gestos no son simples movimientos que realizan los hablantes; estas acciones

están directamente vinculadas con el discurso oral y son a su vez, portadores de significados (Kendon, 1988; McNeil, 1992; Goldin Meadow, 2004). Teniendo en cuenta lo antes planteado, el estudio del gesto en el aula de ciencias se estudiará en paralelo con las expresiones del lenguaje oral, consideramos que fragmentar su estudio, rompería la unidad integral que particularmente se establece entre el discurso oral y gestual (McNeill, 1992; Kendon, 2004; Roth, 2001).

En los estudios del gesto en el aula de ciencias, tanto McNeill como Kendon son los autores más referenciados dentro de estos análisis. Por ejemplo, McNeill clasifica los gestos como imaginativos (icónico y metafórico) y los no imaginativos (deíctico y beats) propuestos por McNeill se enfocan exclusivamente en clasificar los gestos desde su función, además su clasificación proviene de estudios del gesto en situaciones donde los hablantes solo presentaban narraciones. Por su parte Kendon (2004) nos plantea que las tipologías o clasificaciones gestuales deben entenderse como instrumentos provisionales, que pueden ser fructíferos dentro de una perspectiva o interés investigativo determinado, de allí nuestro interés de estudiar el gesto no solo desde su significado sino también desde la función que cumple en un evento comunicativo donde interviene diferentes personas vinculadas a un contexto social específico, para nuestro caso específico el aula de ciencias.

En cuanto a la clasificación propuesta por Kendon (2004) el autor comienza señalando que el gesto contribuye al significado y puede así mismo, formar parte del contenido referencial o denotativo de la expresión oral. Dentro de los gestos referenciales encontramos los gestos deícticos, representativos, de modelado de acción y de acción figurativa. También existen los gestos pragmáticos, que, si no están directamente relacionados con el contenido referencial o proposicional del discurso, se relacionan con el significado, allí encontramos los gestos modales, de participación y performativos y por último los gestos interactivos o interpersonales, que permiten regular la interacción y los turnos del habla en el aula. Por lo tanto y a luz de nuestros objetivos investigativos consideramos que la perspectiva de Kendon y su clasificación gestual nos acercará a una mejor comprensión de la función del gesto y de su significado en los espacios de interacción comunicativa.

### Lenguaje Escrito

Sistema de representación lineal, regido por unas reglas gramaticales o sintácticas que vigilan la construcción de oraciones coherentes es a lo Hoing (2007) denomina lenguaje escrito. Para Lemke (1997) hablar o mejor escribir científicamente implica la vinculación de significados de palabras en un campo científico esto es a lo que Lemke denomina *patrón temático*, entendido como una red de relaciones semánticas que dan cuenta del uso del lenguaje en campo de la ciencia específico. En relación con lo planteado, queremos entonces, no solo rastrear la construcción de proposiciones lógicas por parte de los estudiantes que involucren el uso de conceptos, términos y símbolos científicos propios de la asignatura para dar cuenta de sus ideas y comprensiones; queremos también explorar la correspondencia y complementariedad de lo que dice o se escribe, con aquello que visualmente representar y comunicar. Es por ello, que el estudio de las relaciones intersemióticas nos acerca a una comprensión holística del rol que cumple los modos semióticos en la interacción comunicativa en el aula y los posibles procesos de evolución conceptual.

### Evolución conceptual

El punto inicial del cambio conceptual es, sin duda, el reconocimiento de la influencia que tienen las ideas iniciales, preconcepciones o esquemas conceptuales alternativos de los estudiantes sobre un concepto científico. Para Pozo, Crespo y Limón (1991) estas ideas surgen de la necesidad de darle significado a una actividad cotidiana, siguen un razonamiento causal, que se basa en procesos sensoriales y perceptivos, carecen de un análisis riguroso y sistemático, suelen ser conocimientos más implícitos que explícitos. Por su parte Driver (1986) considera que estos esquemas conceptuales no son

ideas irracionales y puedan estar dotadas de cierta coherencia, aunque parezcan incoherentes desde el punto de vista del maestro, además poseen validez en ciertos contextos. Señala, además que estos sistemas conceptuales son persistentes aun cuando no son congruentes con los resultados experimentales o con las explicaciones del docente, esto quiere decir, que no se modifican o cambian fácilmente desde una enseñanza tradicional.

Dentro del cambio conceptual existen diferentes posturas sobre la naturaleza de las concepciones alternativas o ideas intuitivas de los estudiantes y sobre los mecanismos que generar un cambio. Proponemos la siguiente ruta para presentarlas teniendo en cuenta la triple perspectiva para el estudio del cambio conceptual propuesta por Tamayo (2009). Por ejemplo, posturas puramente racionales influenciadas por la filosofía de la ciencia, donde se cambia, se modifica o reubica un concepto (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Chi, Slotta y Leeuw, 1994; Chi, 2009). La postura cálida situada en una perspectiva individual planteada por algunos autores como (Sinatra y Pintrich, 2003) destacan el papel, de la dimensión emotiva, social e individual, así como los aspectos autorreguladores que pueden incidir en el proceso de cambio conceptual.

Por último, los aportes de Nersessian (2009), Vosniadou (2007; 2009; 2017) y Tamayo (2001;2003;2009) los ubicamos en una postura influenciados por los desarrollos de las ciencias cognitivas y la didáctica de las ciencias, donde nos invitan a explorar el estudio del cambio conceptual o mejor de la evolución conceptual, reconociendo el papel de los modelos mentales como un tipo de representación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Teniendo en cuenta, nuestro interés en comprender la posible relación que se puede establecerse entre la interacción multimodal y los procesos de evolución conceptual. Acogemos el estudio de la evolución como una perspectiva de aprendizaje, donde cobra relevancia el estudio de la evolución de los modelos explicativos de los estudiantes sobre el tema de interés. Por lo tanto, los aportes de Nersessian (2009), los estudios de Vosniadou (2007; 2009; 2017) y Tamayo (2001; 2003; 2009) orientan el estudio de la posible relación entre la interacción multimodalidad y los procesos de evolución conceptual.

Lo primero que deseamos precisar es que reconocemos el hecho de que las personas construyen modelos mentales, entendidos como un tipo de representación mental analógica e hipotética que da cuenta de lo que tenemos en nuestra mente (Tamayo y Sanmartí 2003; Nersessian, 2009). Estas representaciones se caracterizan por ser relativamente coherentes y resistentes al cambio (Tamayo, 2013). Tienen como función capturar de manera icónica el fenómeno externo que representan, así mismo, nos permiten interpretar, comprender y operar sobre los fenómenos o situaciones del mundo. Para el caso concreto del aula de ciencias, los modelos dan cuenta de las creencias y concepciones que poseen los estudiantes sobre un fenómeno o concepto científico, de allí su importancia de reconocer el papel que cumplen en los procesos de enseñanza, pero sobre todo en el proceso de aprendizaje. Para Tamayo (2013) estas representaciones pueden ser de naturaleza interna o externa. Las representaciones internas son propiedad del sujeto y hacen parte de su individualidad, por su parte las representaciones externas son públicas y pueden haber sido producidas de manera intencionada o no por el individuo. Lo que se desea plantear es que, las representaciones o modelos mentales de los estudiantes al ingresar al aula son de carácter individual, por tanto, es el docente quien debe promover la externalización de estos modelos, a través, del uso y disposición de múltiples modos semióticos (oral, escrito, visual y gestual) que permitan dar cuenta de la naturaleza de esas ideas y así mismo, de los posibles cambios o transformación que pueden ocurrir. De allí la importancia y necesidad de vincular en el estudio de los procesos de evolución conceptual la interacción multimodal entre docente y estudiante y estudiantes.

### Modelos conceptuales sobre metabolismo

En la tabla 1, presentamos la revisión y rastreo de los modelos conceptuales sobre metabolismo, identificamos 5 modelos conceptuales que se han establecido para explicar dicho fenómeno en un momento histórico determinado. Esta clasificación será usada para, indagar por los modelos explicativos iniciales que poseen los estudiantes frente al concepto de metabolismo y particularmente, sobre metabolismo de carbohidratos; con el fin de diseñar espacios de interacción multimodal que permitan el tránsito o transformación de un modelo explicativo inicial a un modelo científico.

Tabla 1. Modelos conceptuales sobre metabolismo de carbohidratos.

Modelo Conceptual	Ideas o características del modelo
Modelo de cambio Ibn Al Nafis	En el organismo ocurren cambios permanentes.
Modelo de cambio y equilibrio Santorio Sanctorius	Entre lo consumido y lo secretado se producen cambios que permiten un equilibrio.
Modelo químico Claude Bernard, Louis Pasteur, Eduard Büchner y Arthur Harden y William Young	Las células animales y vegetales, obtienen su energía a partir de una serie de reacciones químicas, en ausencia de oxígeno.
Modelo químico-enzimático-energético Otto Meyerhof	Las reacciones químicas que ocurren al interior de las células, permiten la obtención de energía y son catalizadas por diferentes enzimas y por la presencia de compuestos inorgánicos, en ambiente anaeróbicos.
Modelo químico-enzimático-energético-relacional y regulador. Hans Krebs y William Jhonson	Conjunto de reacciones químicas de oxidación y reducción que ocurren al interior de la célula. Estas reacciones pueden involucran vías catabólicas y anabólicas, catalizadas por diferentes tipos de enzimas, cuyo propósito es la obtención de energía.

Fuente: elaboración de los autores.

### Metodología

Esta investigación se enmarca en un diseño cualitativo de corte comprensivo, donde su principal objetivo es, explorar, interpretar y comprender un fenómeno social, en nuestro caso particular el aula de ciencias. Pretendemos entonces comprender la relación que existe entre la interacción multimodal entre docente-estudiantes y estudiantes en el aula de ciencias y su incidencia en los procesos de evolución conceptual, partiendo entonces del análisis de los modos semióticos que emplea el docente y los estudiantes para construir y representar significados. A través de la selección de fragmentos de videos provenientes de las grabaciones de las interacciones entre docente y estudiante y entre estudiantes, y siguiendo el modelo de análisis de Kress et al., (2001) estudiaremos en detalle el rol de los múltiples modos semióticos implicados en los

**Lema.**

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en  
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la  
formación de profesores.

espacios de interacción comunicativa multimodal y su posible incidencia en los procesos de evolución conceptual, monitoreando en paralelo la transformación de los modelos explicativos iniciales, intermedios y finales de los estudiantes sobre el tema estudiado, producto de las diferentes actividades de aprendizaje que demandan el uso de múltiples modos semióticos.

**Unidad de trabajo**

Esta investigación, será desarrollada con estudiantes de segundo semestre del programa de Ingeniería Biomédica, de la Universidad Autónoma de Manizales. La edad de los estudiantes oscila entre 18-20 años. Los estudiantes antes del curso de Bioquímica, ya han cursado el curso de biología general. El rol del docente durante la investigación es sumamente importante, no asumirá un papel pasivo ya que, de la mano del investigador se diseñará la unidad didáctica la cual tiene como objetivo principal; la generación de espacios de interacción comunicativa, además del uso permanente e intencionado de múltiples modos semióticos durante la instrucción científica y durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje.

**Unidad didáctica**

La unidad didáctica tiene como propósito principal; favorecer la generación de espacios de interacción comunicativa mediada por el uso de múltiples modos semióticos, por parte del docente y de los estudiantes. Es por tal razón, que tanto el docente titular del curso como la investigadora trabajan de manera colaborativa en el diseño de una unidad didáctica que, piense de manera intencionada y conciente el uso de los múltiples lenguajes que permitirán la representación y construcción de significados.

La unidad didáctica propone el desarrollo de 6 problemas de aprendizaje, los cuales se relacionan con las 4 vías principales del metabolismo de carbohidratos (glucólisis, gluconeogénesis, glucogénesis y glucogenólisis) 2 situaciones problemas o de aprendizaje por cada vía. Los estudiantes expondrán de manera virtual al grupo, el análisis y solución de las situaciones problemas, se presentará la solución de 2 problemáticas, en cada uno de los 3 cortes que contempla el semestre. En la exposiciones grupales e individuales los estudiantes, tendrá la oportunidad de presentar el desarrollo completo de su trabajo. Al final del semestre el estudiante habrá desarrollado las 6 situaciones problemas, con relación al tema estudiado, asimismo, en cada entrega podrá hacer ajustes o autoevaluaciones de su proceso, teniendo en cuenta los comentarios u observaciones realizados por el grupo y por el docente. Consideramos que una unidad didáctica pensada desde la resolución de situaciones problemas, busca que, los estudiantes analicen, relacionan, argumenten y generen hipótesis frente a lo planteado por la situación, promoviendo procesos de comprensión profundos que den cuenta de, la transformación de los modelos explicativos iniciales, producto del uso intencionado de múltiples modos y de la interacción comunicativa con el docente y con sus pares.

**Referencias**

- Acaso, M. (2006). *El lenguaje visual*. Barcelona, España: Paidós Ibérica, S, A.
- Chi, M. T., Slotta, J. D., & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and instruction*, 4(1), 27-43.
- Chi, M. T. (2009). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. *En International handbook of research on conceptual change* (pp. 89-110). New York. Routledge.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 4(1), 3-15.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en  
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la  
formación de profesores.

- 
- Goldin-Meadow, S. (2004). Gesture's role in the learning process. *Theory into practice*, 43(4), 314-321.
- Haqui, D.M. (2013). Géneros en la enseñanza escolar: Configuraciones de significado en clases de historia y biología desde una perspectiva multimodal. *Revista signos*, 46(82), 236-257.
- Halliday, M. A. K. (1982). *El lenguaje como semiótica*. México: Fondo de cultura económico.
- Honig, A. S. (2007). Oral language development. *Early Child Development and Care*, 177(6-7), 581-613.
- Jewitt, C. (Ed.). (2009). *The Routledge handbook of multimodal analysis* (pp. 14-27). London: Routledge.
- Jewitt, C. (2013). *Learning and communication in digital multimodal landscapes*. London: Institute of Education Press.
- Kendon, A. (1988). How gestures can become like words. En *This paper is a revision of a paper presented to the American Anthropological Association, Chicago, Dec 1983*. Hogrefe & Huber Publishers.
- Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible action as utterance*. Cambridge University Press.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn., Tsatsarelis, C. (Ed.). (2001). *Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom*. A&C Black.
- Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293.
- Lemke, J. L., & Garcia, A. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago press.
- Nersessian, N. (2009). Mental Modeling in Conceptual Change. En *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 419-444). New York. Routledge.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227.
- Pozo, J. A., Sanz, A., Crespo, G., & Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 083-94.
- Roth, W. M. (2001). Gestures: Their role in teaching and learning. *Review of educational research*, 71(3), 365-392.
- Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (2003). The Role of Intentions in Conceptual Change Learning: Gale M. Sinatra and Paul R. Pintrich. In *Intentional conceptual change* (pp. 10-26). Routledge.
- Tamayo, O. A., E., & Sanmartí, N. (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 1(1), 181-205.
- Tamayo Alzate, Ó. E. (2001). *Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional aplicación al concepto de respiración* (Tesis de doctorado). Universitat Autònoma de Barcelona.





Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021  
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.  
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

**Lema.**

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

- 
- Tamayo, O.E.A (2009). *Didácticas de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Manizales-Colombia. Editorial Universidad de Caldas.
- Tamayo, O. E. A. (2013). Modelos y modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3484-3487.
- Tamayo, O, A., Cadavid, V., Davila, V. (2018) *Múltiples lenguajes empleados en la enseñanza de las ciencias*. Manizales-Colombia. Editorial Universidad de Caldas.
- Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education. *Human development*, 50(1), 47-54.
- Vosniadou, S. (Ed.). (2009). *International handbook of research on conceptual change*. New York. Routledge.
- Vosniadou, S. (2017). Initial and scientific understandings and the problem of conceptual change. En *Converging Perspectives on Conceptual Change* (pp. 33-41). Routledge.