

## MODELO CIENTÍFICO ESCOLAR DE ARRIBO COMO HERRAMIENTA TEÓRICO- METODOLÓGICA PARA ABORDAR FENÓMENOS: EL CASO DE LA OBESIDAD HUMANA

**Autores.** 1. Griselda Moreno Arcuri. 2. Ángel Daniel López. Mota. 3. Mary Orrego Cardozo. 1. Estudiante del Doctorado en Educación de la UPN-Ajusco, griselda\_ma@yahoo.com.mx. 2. Profesor-Investigador de la UPN-Ajusco, alopezm@upn.mx. 3. Profesora-Investigadora Universidad Autónoma de Manizales-Colombia, maryorrego@autonoma.edu.co

**Tema:** Eje temático 7

**Modalidad.** 1. Nivel Educativo secundaria

**Resumen.** El presente trabajo tiene la finalidad de aportar a la Didáctica de las Ciencias una forma de abordar fenómenos como el de obesidad desde la perspectiva de construcción de modelos. Asimismo, se busca identificar criterios de diseño para secuencias didácticas, en términos de un planteamiento teórico-metodológico basado en modelos —Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA)—. Se identificaron las principales entidades: polisacáridos, triacilgliceroles, enzimas, glucosa, fructosa, ácidos grasos, proteínas transportadoras, metabolitos intermediarios —glicerol-3-fosfato y acetil-CoA— y quilomicrones. Y se expone como desafío para los docentes el abordaje de fenómenos en secuencias didácticas, lo que le implicará hacer un análisis en términos de modelos y subordinar los conceptos a la explicación del fenómeno, ello requiere del docente un cambio en la forma de observar, analizar y mejorar su práctica.

**Palabras claves.** Secuencia didáctica, modelos, fenómenos, obesidad

### Introducción

En la revisión de investigaciones sobre secuencias didácticas (Couso 2011; Méheut y Psillos, 2004; Psillos y Kariotoglou, 2016; Wickmann, 2014), se identificaron distintas perspectivas teóricas: Ingeniería Didáctica (Artigue, 1994), Investigación para el Desarrollo (Lijnse, 2010), Demanda de Aprendizaje (Leach & Scott, 2002), Hipótesis de Aprendizaje (Buty, Tiberghien y Le Maréchal, 2004) y Modelo de Reconstrucción Educativa (Duit, 2006). Adicionalmente, encontramos información acerca de la Construcción de Modelos (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2009) que propone una forma diferente de abordar cuestiones del 'qué enseñar' y 'cómo enseñar' que resulta prometedor en el campo de Didáctica de las Ciencias.

Si bien, en las perspectivas de elaboración de secuencias didácticas hay referentes comunes, existen otros en los que difieren, sobre todo en la forma de abordar y de conceptualizar lo que se considera contenido de enseñanza y tratamiento del mismo. La mayoría de estas perspectivas aborda contenidos de enseñanza conceptuales que están bien definidos desde la comunidad científica, por ejemplo, el contenido de óptica —transposición didáctica de tipo I (Tiberghien, 2007)—. Sin embargo, hay casos en los que esto no sucede. Por ejemplo, programas de estudio que incluyen temas sociocientíficos —entendidos como temas que abordan contenidos científicos en contextos de problemas sociales (Martínez, 2014)—, como el sobrepeso y la obesidad (SEP, 2017). Por ello, es necesario contar con propuestas para abordar este tipo de contenidos que tomen en cuenta la epistemología de la ciencia, las ideas espontáneas de estudiantes, el programa de estudios y la demanda cognitiva acerca del tratamiento de fenómenos científicos con valor educativo.

Con base en lo anterior, conviene explorar propuestas didácticas sustentadas teóricamente que permitan una visión menos conceptualista de contenidos, y con perspectiva de búsqueda de explicaciones; como partir de fenómenos para sondear interpretaciones, que faciliten hablar, pensar y actuar sobre el mundo (Sanmartí, 2009). Asimismo, es posible el planeamiento

de hipótesis con referencia a lo que se quiere lograr con estudiantes en términos de modelos. En este sentido, el objetivo de la investigación es: contribuir al conocimiento del diseño de secuencias didácticas desde la perspectiva de construcción de modelos y abordaje de fenómenos sociocientíficos y sus implicaciones para los docentes.

### Referente conceptual

La construcción de modelos científicos escolares se aborda atendiendo en primer lugar a la dimensión meta-científica, es decir, a partir de sus fundamentos en epistemología, en particular la visión semanticista de Giere (1999). Este autor señala que, al considerar la ciencia como un conocimiento basado en modelos, se acepta que las interpretaciones acerca de los fenómenos o procesos “no provienen directamente del mundo sino de ‘modelos’, objetos abstractos que se ajustan exactamente a las definiciones realizadas (p.64)”. De acuerdo con Giere (1999) el ajuste del modelo con el fenómeno de estudio (mundo real) no es global, sino solo refiere aquellos aspectos del mundo que intenta capturar.

En segundo lugar, la dimensión teórico-científica, esto es, desde su concreción conceptual en didáctica de las ciencias y en la que términos como: ‘ciencia escolar’, ‘actividad científica escolar’ y ‘modelo científico escolar’ (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2009) cobran especial relevancia.

De acuerdo con Sanmartí (2009) enseñar ciencias implica tender puentes entre el conocimiento científico —tal como lo expresan los científicos en sus textos— y el conocimiento que pueden construir los estudiantes. Para lograrlo se hace necesario reconstruir el conocimiento científico de cierta forma que se pueda proponer a los estudiantes en los diferentes niveles educativos. Ello implica un trabajo fuerte de selección y redefinición de conceptos, experiencias escolares arquetipo —para poder construirlos—, analogías y ejemplos con los que se puedan relacionar, la forma de comunicarlos —expresiones verbales, gráficas, entre otras—, así como decidir la forma de presentación. En este sentido la autora señala que en la escuela se enseña una ciencia escolar, que está correlacionada con la ciencia erudita pero no es igual a ella.

Izquierdo, Sanmartí y Espinet (1999) refieren que el conocimiento científico al ser construido por personas e instituciones lleva incluido muchos aspectos diferenciados por lo que se debería hablar de una ‘actividad científica’. Con base en esta idea Izquierdo y Adúriz-Bravo (2003 y 2005), Paz, Márquez y Adúriz-Bravo (2008) identifican a la ‘actividad científica escolar’ (ACE) como un proceso de atribución de sentido sobre los hechos del mundo. En este sentido y desde la visión de construcción de modelos, la ACE tiene como finalidad que los alumnos construyan modelos teóricos escolares acerca de ciertos fenómenos para intervenir en ellos y establecer juicios de valor acerca de los procesos y resultados (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003).

Desde la didáctica de las ciencias, la visión de construcción de modelos escolares puede llevarse al aula mediante un proceso de transposición didáctica, operado sobre el modelo científico que ha sido seleccionado para la enseñanza (Adúriz-Bravo, 2013). Ello implica favorecer entre los alumnos la construcción de modelos científicos escolares, con la intención de que éstos les proporcionen representaciones y explicaciones del mundo natural. Muy probablemente estos modelos no serán iguales a los que construye la ciencia erudita, pero sí tendrán que ser coherentes con los desarrollados por ella (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003).

El tercer lugar, corresponde a la dimensión teórico-metodológica y se parte del Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA) (López y Mota, 2019) como la herramienta teórico-metodológica, que conjunta la información de tres fuentes en forma de modelos —curricular, conocimiento científico erudito y estudiantil inicial— referentes al fenómeno de estudio. El MCEA da la oportunidad de conocer desde el inicio del diseño de la secuencia didáctica hacia dónde se quiere llegar en términos de la

construcción de modelos científicos escolares; es decir, el MCEA se perfila como la hipótesis directriz de lo que se pretende lograr con el planteamiento didáctico.

Al trabajar la idea de construir modelos en el aula se hace necesario contar con una definición de lo que es un modelo científico y, una respuesta a ello lo da Gutiérrez (2014) quien señala que: “Un modelo científico es una representación de un sistema real o conjeturado, consistente en un conjunto de entidades con sus principales propiedades explicitadas, y un conjunto de enunciados legales que determinan el comportamiento de esas entidades (p. 51)”, lo cual representa una gran ventaja, ya que puede aplicarse a las explicaciones estudiantiles sobre fenómenos científicos.

### Referente metodológico

Para la construcción del MCEA acerca del fenómeno de obesidad humana, es necesario homogenizar la información que proviene del currículum, conocimiento científico erudito y estudiantil en forma de modelos.

El modelo curricular se elaboró con base en la revisión del programa de estudio—Ciencias y Tecnología. Biología primero de secundaria (SEP, 2017)—, en particular el aprendizaje esperado a trabajar, infiriendo el modelo curricular sobre el fenómeno que pudiera estar subsumido en el enfoque didáctico y las sugerencias didácticas. Además, se identificó a la obesidad como el fenómeno con valor educativo a trabajar.

En la construcción del Modelo estudiantil inicial se hizo una revisión de la bibliografía de ideas previas que tienen los alumnos acerca de la obesidad, así como del proceso de nutrición —digestión y absorción principalmente— y lo referente a nutrientes —carbohidratos y lípidos—, célula, entre otros.

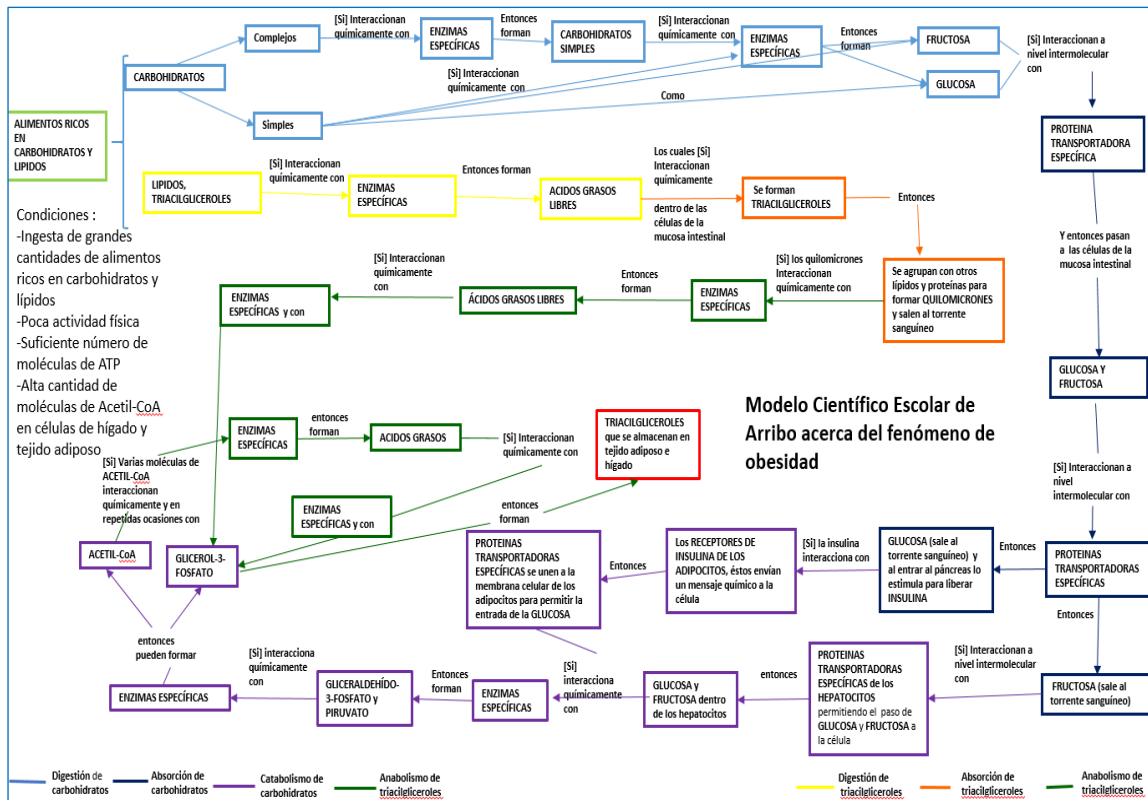
En lo que respecta al modelo científico se elaboró a partir de la revisión de literatura científica especializada sobre nutrición y bioquímica —metabolismo celular de glucosa, fructosa y triacilglicerolos—.

Una vez obtenidos estos modelos, fueron comparados. En un primer momento en forma gráfica y en un segundo a través una tabla en función de ‘entidades’, ‘propiedades’ de éstas, ‘relaciones causales y funcionales’, atendiendo a la digestión, absorción y metabolismo de glucosa, fructosa y triacilglicerolos —nutrientes directamente relacionados con el fenómeno de obesidad—. Con base en tal contrastación se obtuvieron las entidades, sus propiedades y las relaciones causales y funcionales del MCEA para el fenómeno de obesidad en el nivel educativo secundario. A partir de éste se derivaron algunos criterios de diseño de la secuencia didáctica, los cuales involucran dificultades en la comprensión de lo que sucede con los alimentos durante los procesos de digestión, absorción y metabolismo celular de glucosa, fructosa y triacilglicerolos por parte de los estudiantes.

### Resultados y discusión

Al comparar los modelos estudiantil inicial, curricular y científico erudito se obtiene como resultado las entidades que conforman el MCEA (Gráfico 1), atendiendo a los procesos de digestión, absorción y metabolismo celular de carbohidratos y triacilglicerolos.

Gráfico 1. Entidades que constituyen el sistema ontológico del MCEA



Algunos criterios que surgen del planteamiento del MCEA son: 1) usar diferentes representaciones de glucosa, fructosa, triacilglicéridos y metabolitos intermedios, buscando formas que permitan a los estudiantes hacer representaciones externas sencillas; 2) ejemplificar grandes cambios, por ejemplo, qué pasa con los carbohidratos complejos y simples durante la digestión; 3) identificar los cambios de nivel de las explicaciones —de lo macro a lo micro— de la digestión de los alimentos a la obtención de nutrientes —glucosa, fructosa, ácidos grasos— y su transformación a nivel celular en triacilglicéridos; 4) identificar en qué órgano del cuerpo o estructura orgánica se lleva a cabo cada proceso, niveles de organización —órgano, tejido, célula—.

Al hacer confluir tres fuentes informativas (curricular, estudiantil y científica) en términos de modelos, se facilita la comparación y análisis de las entidades involucradas en la explicación —desde la ciencia— de un fenómeno con interés educativo como lo es la obesidad. Ello favorece introducir en el conocimiento científico escolar conceptos pertinentes a la explicación del fenómeno en cuestión; con el aspecto conceptual supeditado a la explicación del fenómeno.

La construcción del MCEA ayuda a identificar criterios para el diseño de secuencias didácticas que atiendan lo que pide el currículum, y aportan a la comprensión de las dificultades que presentan los estudiantes para entender ciertos contenidos. En ese sentido los desafíos para los docentes son: abordar fenómenos en secuencias didácticas con base en modelos, partiendo

**Lema.**

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

de herramientas teórico-metodológicas que le permitan argumentar y justificar las decisiones didácticas que tome el docente; subordinar los conceptos a la explicación del fenómeno; y cambiar la perspectiva acerca de su práctica en el aula, qué hace, cómo lo hace, para qué lo hace.

### Conclusiones

Con base en los resultados consideramos que la construcción del MCEA permite a los docentes identificar las entidades básicas para abordar la explicación de un fenómeno, así como algunos criterios para el diseño de actividades que permitan solventar ciertas dificultades en la comprensión de ciertos temas por parte de alumnos. Ello implica para el docente un acercamiento al conocimiento científico desde la explicación de fenómenos, subordinando los conceptos a la explicación del mismo, y conocer otras formas de tomar decisiones acerca de su práctica en el aula.

### Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. (2013). A Semantic View of Scientific Models for Science Education. *Science & Education*, 22, 1593-1611. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9431-7>
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*. 4(1), 40-49. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273320452005>
- Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: modelos para su diseño y validación. En A. Caamaño (Coord.), J. Ametller, A. Caamaño, P. Cañal, D. Couso, J.R. Gallástegui, M.P. Jiménez-Aleixandre, ... N. Sanmartí. *Didáctica de la física y la química*. (pp. 54-74). España: GRAO/ SEEF/ IFIIE.
- Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, 63-72.
- Gutiérrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. *Bio-grafía*. 13(7), 37-66. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia37.66>
- Izquierdo-Aymerich, M y Adúriz-Bravo, A (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*. 12, 27-43. <https://doi.org/10.1023/A:1022698205904>
- Izquierdo, M. y Aduriz-Bravo A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de Química. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de la Ciencia. 1-4. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/13308959.pdf>
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*. 17(1), 45-59. Recuperado de <http://gabo.mineducacion.gov.co/becasdocentes/movil/documentos/PasoPaso/UDEA/Articulo%20ciencias%20naturales.pdf>
- López y Mota, A. (Coord.) (2019). *Secuencias Didácticas y el contenido de enseñanza*. López y Mota. A. (Ed.), *Modelos Científicos escolares: el caso de la obesidad humana*. Ciudad de México: UPN, Horizontes Educativos. Recuperado de



Lema.

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

---

[https://www.researchgate.net/publication/336618126\\_Modelos\\_cientificos\\_escolares\\_el\\_caso\\_de\\_la\\_obesidad\\_humana](https://www.researchgate.net/publication/336618126_Modelos_cientificos_escolares_el_caso_de_la_obesidad_humana).

- Matínez, L. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 77-94. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n36/n36a06.pdf>
- Méheut, M. y Psillos, D. (2004). Teaching-Learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- Paz, V. A, Márquez, C. y Adúriz-Bravo, A. (2008). Análisis de una actividad científica escolar diseñada para enseñar qué hacen los científicos y la función de nutrición en el modelo de ser vivo. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 4(2), 11-27. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.a0?id=134112597002>
- Psillos, D. y Kariotoglou, P. (2016). Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences, In *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences. Introducing the Science of Materials in European Schools*. Dordrecht:Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5>.
- Sanmartí, N. (2009). Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria. España: Síntesis Educación.
- Secretaría de Educación Pública (2017). Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Ciencias y Tecnología. Educación secundaria. Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación. Ciudad de México: SEP.
- Tiberghien, A. (2007). Legitimacy and references of scientific literacy. In c. Linder, L. Östman, & P.-O. Wickman (Eds.), *Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction* (pp. 130-133). Recuperado de [http://eprints.qut.edu.au/12883/1/Linnaeus\\_Tercentenary\\_Symposium.pdf](http://eprints.qut.edu.au/12883/1/Linnaeus_Tercentenary_Symposium.pdf).
- Wickman, P. (2014). Teaching Learning Progressions. An Internacional Perspective. En N.G., Lederman, y S.K., Abell, (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. New York: Routle. (2), 145-163. <https://doi.org/10.4324/9780203097267>