



**XVI**  
Congreso Nacional de  
Investigación Educativa  
CNIE-2021

## Uso de una herramienta teórico-metodológica para postular aprendizajes curriculares esperados: el caso de la obesidad

**Griselda Moreno Arcuri**

Universidad Pedagógica Nacional  
*griselda\_ma@yahoo.com.mx*

**Ángel Daniel López y Mota**

Universidad Pedagógica Nacional  
*alopezm@upn.mx*

**Mary Orrego Cardozo**

Universidad Autónoma de Manizales Colombia  
*maryorrego@autonoma.edu.co*

Área temática 06. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Desarrollo curricular -diseño de secuencias didácticas-, innovación educativa y, diseño y evaluación de materiales educativos.

Tipo de ponencia: Reportes parcial de investigación.



### Resumen

El presente trabajo tiene la finalidad de aportar una forma crítica –en términos de modelos– de analizar el aprendizaje esperado planteado por SEP acerca de la obesidad. Para ello se utiliza el Modelo Científico Escolar de Arribo –MCEA– como una herramienta teórico-metodológica para establecer las entidades básicas, del modelo nutricional-energético, sus propiedades y las relaciones causales y funcionales que permitieran explicar el fenómeno de la obesidad humana en los términos que el aprendizaje esperado requiere. Con base en ello se identifican las entidades –glucosa, fructosa, ácidos grasos, triacilglicéridos, enzimas, proteínas transportadoras, metabolitos intermediarios y quilomicrones– y sus interacciones, las que son organizadas en un gráfico de acuerdo con los procesos de digestión, absorción y metabolismo celular. Con el uso del MCEA se hace evidente que la explicación del fenómeno de obesidad en su dimensión biológica integra el conocimiento químico y biológico; permite el reconocimiento de las entidades esenciales y sus relaciones causales y funcionales para la explicación del fenómeno de estudio. Pero, también la identificación de las dificultades de comprensión estudiantil, –referidas a las entidades involucradas, sus propiedades, relaciones, así como el nivel de abstracción para representar procesos celulares y nutrientes involucrados.

**Palabras clave:** Didáctica o Enseñanza de las Ciencias, modelos, alimentación o nutrición, obesidad.

## Introducción

La inclusión de temas relevantes referidos a la salud humana en los programas de estudio de la educación básica –obesidad y sobrepeso– plantean a los profesores retos asociados con la manera de configurar el ‘qué enseñar’ y el ‘cómo abordar’ dicho tema en el aula, dos cuestiones centrales de la Didáctica de las Ciencias (Izquierdo, 2008 y Wickmann, 2014).

Es por ello que, para abordar el aprendizaje esperado en el primer grado de educación secundaria en la asignatura de Ciencia y Tecnología. Biología y el cual señala que el alumno/a “Explica cómo evitar el sobrepeso y la obesidad con base en las características de la dieta *correcta* [nuestro énfasis] y las necesidades energéticas en la adolescencia” (SEP, 2017) es necesario tener en cuenta que:

- a) El tratamiento del cuerpo humano en educación primaria es presentado de manera fraccionada en los libros de texto de Ciencias Naturales Tercer grado (Cervera, Huesca, Luna, Martínez, Portilla, Rodríguez y Solís, 2019) en sistemas –digestivo, respiratorio y circulatorio– revisados de forma independiente, que atienden a la enumeración de órganos y sus funciones desligadas de algún fenómeno en particular como podría ser el crecimiento o la obesidad (López, 2011). Ello es importante como antecedente, pues los estudiantes del nivel secundario tendrán que explicar cómo evitar la obesidad y el sobrepeso, sin concebir el funcionamiento articulado de los sistemas para explicar un fenómeno como el de la obesidad.
- b) La enseñanza de la ciencia en el aula generalmente se realiza por medio de “palabras-concepto” como si éstas pudieran generar espontáneamente en los estudiantes las ideas científicas de fondo que les permitan interpretar los fenómenos naturales (Izquierdo, 2005). Ello también se relaciona con la forma en como es concebido el contenido de enseñanza a tratar, es decir, conceptos y temas estructurados en la lógica disciplinar sin mediar una transformación didáctica del contenido a ser enseñado, que incluya consideración de las ideas espontáneas de los estudiantes y su visualización como fenómenos de interés científico con valor educativo a ser explicados.
- c) Las ideas espontáneas acerca de los fenómenos de obesidad y sobrepeso son poco referidos en la investigación educativa –solo se encontraron dos artículos (León-Sánchez, Jiménez-Cruz y Gonzalo, 2015; Velardo y Drummond, 2019) en las fuentes de información a las que se tuvieron acceso. Entonces, fue necesario recurrir a tópicos como: alimentación (España-Ramos, Cabello-Garrido, y Blanco-López, 2014), nutrición –procesos de digestión, absorción y metabolismo celular– (Rowlands, 2004, Simpson, 1984; Teixeira, 2000) nutrimentos –carbohidratos y lípidos– (Banet, 2001; Mintzes, 1984; Nuñez y Banet, 2000) y energía y nutrimentos (Francis y Hill, 1993; Lucas, 1987; Slaughter y Ting, 2010). Lo anterior, pone de manifiesto dos situaciones: 1) hay una fuerte tendencia al tratamiento de los contenidos biológicos desde los conceptos sin relación con los fenómenos que explican y, 2) la investigación en ideas espontáneas de los estudiantes se ha centrado en los conceptos y poco en fenómenos como la obesidad, que actualmente son de interés por su influencia en la salud.

Con lo antes expuesto, se genera la duda acerca de lo que es posible lograr frente al aprendizaje esperado establecido en los términos señalados por el programa de estudios de Ciencias y Tecnología. Biología (SEP, 2017). De entrada, parece difícil hacerlo, pues se requiere más investigación acerca del pensamiento de los alumnos sobre el fenómeno de obesidad y cómo sucede; además de disponer de propuestas didácticas fundamentadas teóricamente y probadas que sugieran su posibilidad de logro.

En consecuencia, el contenido de enseñanza –entiéndase también aprendizaje esperado– es un problema de investigación para la Didáctica de las Ciencias. Más aún cuando se pretende que la población estudiantil construya conocimiento científico escolar para aplicarlo a su vida cotidiana y tomar decisiones con fundamento científico. Ello implica que el proceso de transposición didáctica –del ámbito científico al escolar– sea mucho más complejo, pues se requieren diferentes análisis: de los contenidos científicos involucrados en la explicación del fenómeno, lo que sugiere el programa de estudios en términos de lo que se espera lograr con el abordaje del contenido de enseñanza, así como las ideas espontáneas que tienen los estudiantes al respecto.

A partir de lo anterior, se formula a siguiente pregunta:

Pregunta de investigación

¿Qué modelo explicativo de obesidad propiciar para dar cuenta del fenómeno en los términos de nutrición y necesidades energéticas planteados por la SEP?

Preguntas de investigación particulares:

¿Cuál sería la representación gráfica del modelo explicativo en términos ontológicos, causales y funcionales?

¿Cuáles desafíos cognitivos serían evidenciados para los alumnos, a partir del modelo explicativo que se quiere propiciar?

Objetivo:

Contribuir a la construcción de un modelo científico escolar que ayude a explicar el fenómeno de obesidad en los términos del aprendizaje esperado –nutricional y energéticos– a ser alcanzado por los estudiantes, a partir de resultados de investigación.

## Desarrollo

El marco teórico aborda la dimensión epistemológica –en particular la visión semanticista– de los modelos científicos y los conceptos teóricos de la Didáctica de la Ciencia –‘ciencia escolar’, ‘actividad científica escolar’ y ‘modelos científicos escolares’– los cuales sirven como base para la construcción del ‘modelo científico escolar

de arriba' (López-Mota, 2019; López-Mota y Moreno-Arcuri, 2014). Éste es un concepto teórico-metodológico correspondiente al modelo explicativo que se quiere alentar entre los estudiantes para explicar un fenómeno natural –como la obesidad–. Se establece como una hipótesis a probar en términos del conocimiento científico escolar o aprendizaje esperado, a partir de las ideas espontáneas de los estudiantes, el planteamiento curricular para el fenómeno científico en cuestión, así como el conocimiento científico especializado involucrado en el fenómeno de estudio; todo ello en término de modelos. La construcción de tal modelo toma una forma de contrastación y expresión sintética.

### Visión Semanticista de los modelos científicos

De acuerdo con Echeverría (2003), la visión semanticista de la ciencia parte del postulado fundamental de considerar las teorías científicas como clases de modelos y no como entidades cuya base son enunciados que expresan hechos. El autor señala, que la construcción de los modelos conlleva una variedad de representaciones y que los hechos científicos tienen que ser pensados en el marco de los modelos teóricos propuestos por los científicos. Solo dentro de esos marcos, los fenómenos científicos pueden ser enunciados como hechos y adquirir significado empírico.

Giere (1999) considera la ciencia como un conocimiento basado en modelos, 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 este autor, el ajuste del modelo con el fenómeno de estudio –mundo real– no es global, pues solo hace referencia a los aspectos del mundo que el modelo intenta capturar.

De acuerdo con Giere (2004) en la interpretación de las teorías ‘basadas en modelos’, la relación entre las declaraciones o definiciones y el mundo es a través del modelo, por lo que se dice que es una relación indirecta. Lo cual representa una ventaja, pues los científicos muy a menudo utilizan medios no lingüísticos –diagramas, modelos a escala, entre otros– para caracterizar el fenómeno o proceso de estudio, es decir, un modelo. Y así se puede considerar que estas actividades son parte del proceso de describir los diferentes componentes de los modelos teóricos y no solo como apoyos visuales.

Giere (1999) también refiere que los científicos no sólo interactúan con objetos, sino también con creaciones simbólicas propias como: enunciados, ecuaciones, gráficos, diagramas, fotografías, etcétera. De manera tal que existen diversas formas de acceder a las ‘familias de modelos’ que constituyen la teoría. En este sentido una teoría puede ser una manera abstracta y ‘aparentemente’ alejada del mundo real, pero, también ‘una familia de modelos’ que contiene representaciones de hechos ‘ejemplares’ los cuales son interpretados y (re)construidos teóricamente (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005).

Los científicos al estudiar un fenómeno del mundo construyen un modelo, el cual permite explicar y generar predicciones (Gutiérrez, 2014) y con ello, es conveniente, enfatizar también su carácter de construcción abstracta generada por la actividad humana.

## Perspectiva de los modelos científicos escolares

Al intentar llevar al aula el proceso de construcción de modelos surge la necesidad de recurrir a ciertos constructos propios de la didáctica de ciencias como: la ciencia escolar (Izquierdo, 2005; Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003; Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999; Sanmartí, 2009), la actividad científica escolar (Izquierdo, 2007; Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999; Sanmartí, 2009) y el modelo científico escolar (Adúriz-Bravo, 2013; Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009).

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 forma que se pueda proponer esto 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 manera de comunicarlos –expresiones verbales, graficas, entre otras–, así como decidir la forma de presentarlos. En este sentido, Sanmartí señala que en la escuela se enseña una ciencia escolar, que está correlacionada con la ciencia erudita pero no es igual a ella.

Izquierdo (2007) señala que la actividad científica escolar –ACE– está relacionada con habilidades – procedimentales y cognitivas–, actitudes e ideas que enseñen a pensar, a los estudiantes, al intervenir en el mundo y tomar decisiones. En este sentido la ACE desde la perspectiva de la construcción de modelos tiene como finalidad que los alumnos construyan modelos científicos escolares acerca de ciertos fenómenos naturales 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 la construcción de modelos científicos escolares puede llevarse al aula mediante un proceso de transposición didáctica (Chevallard, 1998), 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 de los fenómenos 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 (Sanmartí, 2009).

Con base en lo antes expuesto se puede decir que la ciencia escolar busca generar ACE con la intención de que los estudiantes construyan modelos científicos escolares que les permitan explicar ciertos fenómenos, y aprender a mirar el mundo desde una forma distinta, el de la ciencia. En este sentido, Sanmartí (2009) menciona que la ciencia escolar debería abonar al tratamiento de problemas relevantes para los ciudadanos, muchos de éstos requerirán de un trabajo interdisciplinario lo cual complejizará su tratamiento. En los programas de estudio actuales (SEP, 2017) se incluyen fenómenos como la obesidad y el sobrepeso que implican un tratamiento diferente al de los conceptos, pues éstos no son suficientes para explicar por sí mismos el por qué ocurren dichos fenómenos. Es por ello que el reto consiste en construir modelos científicos escolares, que posibiliten a

los alumnos interpretar la obesidad y el sobrepeso para tomar decisiones fundamentadas y, al mismo tiempo, generar habilidades que les permitan actuar críticamente en su entorno.

Al trabajar la idea de construir modelos en el aula se hace necesario contar con una definición de lo que es un modelo científico (Adúriz-Bravo, 2013), una respuesta a ello es dada por 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)”. Esta definición de modelo científico, empata con la noción de modelo mental proveniente de la ciencia cognitiva. (López y Mota, 2019)

## Metodología

A partir de la definición de modelo científico dada por Gutiérrez (2014) se construyó el Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA) –mostrado aquí como producto parcial de investigación–, el cual se perfila como la hipótesis directriz de hacia donde se quiere llegar –en términos de modelos– en la explicación de un fenómeno natural con los estudiantes. Para ello, se homogeniza la información que proviene de tres fuentes: curricular, concerniente al programa de estudios de ciencias; estudiantil, referida a las ideas espontáneas de los estudiantes sobre el contenido científico a tratar y; científica que aborda el conocimiento científico erudito, originado en la investigación científica de diversas disciplinas (López y Mota, 2019; López-Mota y Moreno-Arcuri, 2014). Para homogenizar la información es necesario elaborar los modelos correspondientes a cada una de las fuentes mencionadas.

El Modelo Curricular (MCu) se elabora con base en la revisión del programa de estudios, en particular el contenido de enseñanza a trabajar, infiriendo el modelo científico ‘escolar’ que pudiera estar subsumido en el enfoque didáctico y en las sugerencias didácticas para el tratamiento del mismo. Además, se identifica el fenómeno o proceso natural de interés didáctico en el que se puedan ejemplificar las entidades, propiedades, relaciones causales y funcionales de acuerdo con la definición de modelo científico de Gutiérrez (2014) para construir el MCEA.

En la construcción de los Modelos Estudiantiles Iniciales (MEI) se hace una revisión bibliográfica de las ideas previas que tienen los alumnos acerca del contenido de enseñanza o bien los conceptos asociados a él y al fenómeno de estudio y se infiere de ellas el modelo.

El modelo científico (MC) se elabora a partir de la revisión de bibliografía científica que proporciona una explicación acerca del fenómeno de estudio.

Al concluir la construcción de los tres modelos mencionados se procede a compararlos, por medio de una tabla, en términos de las entidades y sus propiedades, así como de las relaciones causales y funcionales establecidas. Con base en ello se conforma el MCEA, el cual ofrece una explicación del fenómeno de obesidad, en determinadas condiciones.

El MCEA deberá ser evaluado por varios especialistas en el campo de la didáctica a fin de validarlo como un requisito para alcanzar una explicación del fenómeno de la obesidad en los términos del aprendizaje esperado formulado en el programa de estudios (SEP, 2017).

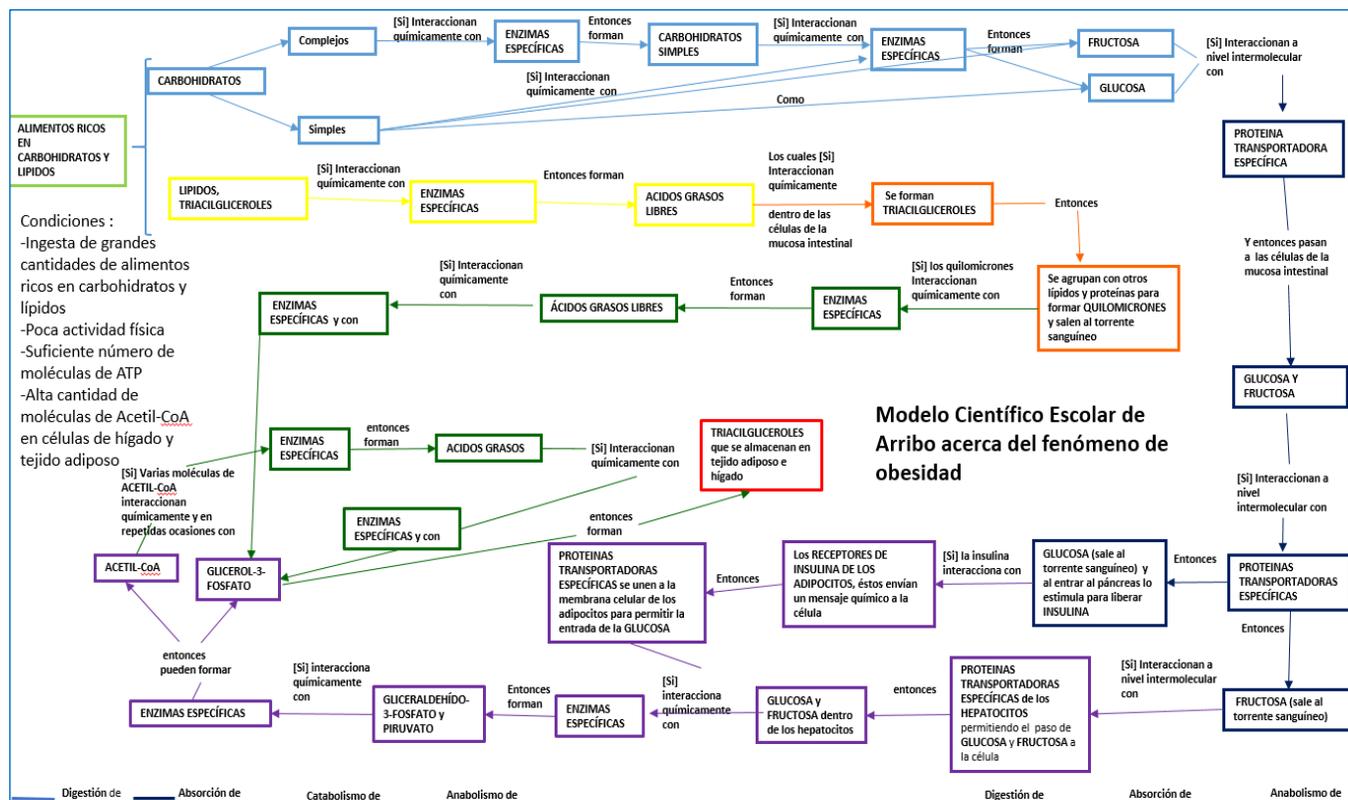
## Resultados

Con base en el contraste de los modelos científico, curricular y estudiantil inicial y en la idea de modelo adoptada de Gutiérrez (2014) se identificaron las entidades –carbohidratos (polisacáridos, disacáridos, monosacáridos), lípidos (triacilgliceroles), enzimas, glucosa, fructosa, proteínas transportadoras, metabolitos intermediarios, quilomicrones–, sus propiedades, así como las relaciones causales y funcionales que conforman el MCEA. Todo ello es dispuesto en una tabla que, por razones de espacio, no se presenta aquí. Enseguida las entidades son organizadas en un gráfico (gráfico 1) de acuerdo con los procesos de digestión, absorción, catabolismo y anabolismo de glucosa, fructosa y ácidos grasos. Con ello se esquematiza el fenómeno de obesidad bajo las condiciones de: un alto consumo de alimentos ricos en carbohidratos –polisacáridos, disacáridos y monosacáridos– y lípidos –triacilgliceroles–, así como la falta de actividad física.

A partir del Gráfico 1 se puede inferir lo siguiente:

- Se hace explícito que: hay un fuerte componente químico, del cual no hay antecedentes en los grados anteriores; las ideas acerca de sustancia y reacción química son importantes para entender los cambios que van experimentando los alimentos en el proceso de digestión, hasta obtener nutrientes como la glucosa, fructosa, ácidos grasos y monoacilgliceroles.

Gráfico 1. Entidades, propiedades y relaciones que constituyen el MCEA, organizadas en los procesos de digestión, absorción y metabolismo de carbohidratos y triacilgliceroles



- Se identifican los carbohidratos –glucosa y fructosa– y lípidos –triacilgliceroles– como los principales nutrimentos que intervienen en el fenómeno de obesidad. Sin embargo, en el aprendizaje esperado, no están explícitos y son esenciales para que los estudiantes puedan generar explicaciones acerca de cómo evitar la obesidad y el sobrepeso. Más aún, la idea de nutriente no está presente en el pensamiento estudiantil.
- Se hace necesario el acercamiento a distintos niveles de organización como: órgano, tejido y célula (Rivadulla, García y Martínez, 2016). Este último es muy necesario pues es en el nivel celular donde se llevan a cabo los procesos de metabolismo –anabolismo y catabolismo– que dan lugar a la formación de triacilgliceroles –anabolismo– a partir de ácidos grasos, glucosa y fructosa.
- Se observa la conveniencia de abordar los procesos de digestión (Nuñez y Banet, 1991), absorción y metabolismo celular en secuencia y siguiendo el recorrido de las principales transformaciones de los nutrientes hasta formar triacilgliceroles. Con ello toma sentido el hecho de que, debido a un alto consumo de bebidas azucaradas y poco ejercicio físico, se tiene como consecuencia el aumento de peso.
- -Se cuestiona la mención a las características de la dieta *correcta* [nuestro énfasis] en el ‘aprendizaje esperado’ como referente para evitar la obesidad, cuando estas son orientaciones generales que no hacen explícitos los tipos de nutrientes, ni las cantidades adecuadas de consumo.

## Conclusiones

De acuerdo con lo encontrado hasta el momento se considera que se tiene buena evidencia para creer que el modelo explicativo más adecuado en términos del aprendizaje esperado –“Explica cómo evitar el sobrepeso y la obesidad con base en las características de la dieta correcta y las necesidades energéticas en la adolescencia” propuesto por la SEP–, estaría en función de la integración de conocimientos de química y biología, el cual requiere de una explicación en el nivel celular, en específico del metabolismo celular.

El análisis realizado en función de las fuentes de información –curricular, científica y de ideas espontáneas de los estudiantes–, su conformación en modelos y su posterior integración en el MCEA, pone de manifiesto varias situaciones: 1) la construcción del MCEA permite la identificación de las entidades ‘básicas’ sus propiedades, relaciones causales y funcionales para explicar un fenómeno natural, lo cual no está dado en los libros de texto ni en los programas de estudio, es una construcción que tendría que hacer un didacta de la ciencia o el propio docente y que es propio para la clase; 2) las posibles dificultades de comprensión de los estudiantes en cuanto a las entidades a trabajar –nutrimentos, enzimas, proteínas transportadoras– y algunas propiedades de ellas –conformación química, propiedades, reacción, localización, entre otras–, por lo que se podrían anticipar actividades para ir atendiendo las necesidades de comprensión del alumnado; 3) la organización en forma de modelo permite la integración de entidades para explicar el fenómeno de estudio, en este sentido los conceptos estarán supeditados a dicha explicación, y con ello los alumnos les ‘quitan’ la etiqueta de palabras incomprensibles y les dan significado; 4) la investigación sobre herramientas teórico-metodológicas que auxilien en la transformación didáctica de los aprendizajes esperados para ser enseñados en el aula, puede contribuir a conocer, con cierto grado de confiabilidad, los conocimientos científicos escolares que pueden ser alcanzables por los estudiantes en términos de modelos, lo cual favorece el planteamiento de criterios –basados en la investigación– para su construcción.

## Referencias

- Adúriz-Bravo, A. (2013). A Semantic View of Scientific Models for Science Education. *Science & Education*, 22 (10), 1593-1611. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9437-7>
- 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 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273320452005>
- Banet, E. (2001). *Los procesos de nutrición humana. Referencias para la planeación de la enseñanza*. Madrid: Síntesis Educación.
- Cervera, N. P., Huesca, G., Luna, L., Martínez, L., Portilla, A., Rodríguez, J. y Solís, A. (2019). *Ciencias Naturales. Tercer grado*. Recuperado de <https://libros.conaliteg.gob.mx/20/P3CNA.htm?#page/4>
- Chevallard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñando*. Recuperado de [https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID\\_Chevallard\\_Unidad\\_3.pdf](https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Chevallard_Unidad_3.pdf)

- Echeverría, J. (2003). *Introducción a la metodología de la ciencia*. La filosofía de la ciencia en el siglo XX. Madrid: Ediciones Cátedra.
- España-Ramos, E., Cabello-Garrido, A. y Blanco-López, A. (2014). La competencia en la alimentación. Un marco para la educación obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 611-629. doi: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1080>
- Francis, R y Hill, D. (1993). Developing conceptions of food and nutrition. *Research in Science Education*. 23(1), 77-84. ISSN-0157-244X
- Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, 63-72.
- Giere, R. (2004). How Models are Used to Represent Reality. *Philosophy of Science*, 71(5), 742-752. doi:10.1086/425063
- Gutiérrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. *Bio-grafía*. 7(13), 37-66. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia37.66>
- León-Sánchez, R. Jiménez-Cruz, B. y Gonzalo, J. (2015). Creencias de Estudiantes de Secundaria Españoles y Mexicanos sobre las Causas de la Obesidad. *Acta de investigación Psicológica*. 5(2), 2062-2075. Recuperado de [http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/actas\\_ip/2015/articulos\\_b/Acta\\_Inv\\_Psicol.\\_2015\\_5\(2\)\\_2062\\_2075\\_Creencias\\_de\\_Estudiantes\\_de\\_Secundaria\\_Espanoles\\_y\\_Mexicanos.pdf](http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/actas_ip/2015/articulos_b/Acta_Inv_Psicol._2015_5(2)_2062_2075_Creencias_de_Estudiantes_de_Secundaria_Espanoles_y_Mexicanos.pdf)
- López, G., M. M. (2011). *Estrategia didáctica para promover en alumnos de educación primaria la construcción de un modelo sobre digestión-circulación de nutrimentos en el cuerpo humano, más próximo al modelo científico escolar* (tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional. Ciudad de México.
- López y Mota, A.(Coord.) (2019). *Modelos científicos escolares: el caso de la obesidad humana*. Ciudad de México: UPN/ Horizontes Educativos. Recuperado de <http://editorial.upnvirtual.edu.mx/index.php/publicaciones/coleccion/es/horizontes-educativos/449-modelos-cientificos-escolares-el-caso-de-la-obesidad-humana>
- López-Mota, A. y Moreno-Arcuri, G. (2014). Sustentación teórica y descripción metodológica del proceso de obtención de criterios de diseño y validación para secuencias didácticas basadas en modelos: el caso del fenómeno de la fermentación. *Bio-grafía*. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. 7(13), 109-126. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia109.126>
- Lucas, A. (1987). Public knowledge of biology. *Journal of Biological Education*. 21(1), 41-45. doi: 10.1080/00219266.1987.9654854
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*. 23(1), 111-122. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/38990162.pdf>
- Izquierdo, M. (2007). Enseñar Ciencias, Una Nueva Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, (6), 125-138. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324127626010>
- Izquierdo, M. (2008). La organización y secuenciación de los contenidos para su enseñanza. En Cristian Merino, Adriana Gómez y Agustín Adúriz-Bravo (Eds). *Áreas y estrategias de Investigación en la didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 33-58). Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.
- 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 Adúriz-Bravo, A. (2005). Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de Química. *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra. VII Congreso. Recuperado de [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRA490modteo.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA490modteo.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://innovacion.iems.edu.mx/nacademicos/templates/bee\\_z\\_fisica/downloads/pdfs/invEducativa/fundamentacion-diseno-practicas-escolares.pdf](http://innovacion.iems.edu.mx/nacademicos/templates/bee_z_fisica/downloads/pdfs/invEducativa/fundamentacion-diseno-practicas-escolares.pdf)
- Mintzes, J. J. (1984). Naive theories in biology: children's concepts of the human body. *School Science and Mathematics*. 84, 548-555. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1984.tb10179.x>
- Nuñez, F. y Banet, E. (1992). Estudio de los alimentos: plan de actuación basado en una secuencia constructivista del aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias: Investigación en la Escuela*. 10(2), 139-147. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39814/93181>
- Nuñez, F. y Banet, E. (2000). Aprender sobre la alimentación para desarrollar hábitos y actitudes saludables en el alumnado de primaria. *Aula de innovación educativa*. 92, 9-14. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11162/38148>
- Rivadulla, J., García, S. y Martínez, C. (2016). Historia de las ciencia e ideas de los alumnos como referentes para seleccionar contenidos sobre nutrición. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*. 13(1), 53-66. doi:10498/18014
- Rowlands, M. (2004). What do children think happens to the food they eat?. *Journal of Biological Education*. 38(4), 167-171. doi: 10.1080/00219266.2004.9655936
- Sanmartí, N. (2009). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. España: Síntesis Educación.
- SEP (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.
- Simpson, M. (1984). Digestion the long grind. *Biology Newsletter*. 43, 12-16.
- Slaughter, V. y Ting, C. (2010). Development of ideas about food and nutrition from preschool to university. *Appetite*. 55(3), 556-564. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2010.09.004>.
- Teixeira, F. M. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*. 22(5), 507-520. doi: 10.1080/095006900289750
- Velardo, S. y Drummond, M. (2019). Australian children's discourses of healthy, nutrition and fatness. *Appetite* 138, 17-22. doi.org/10.1016/j.appet.2019.03.014
- Wickman, P. (2014). Teaching Learning Progressions. An Internacional Perspective. En N.G., Lederman, y S.K., Abell, (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Routle, New York. 2, 145-163. ISBN 978-0-415-62955-3