

MODELOS EXPLICATIVOS DE LOS ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN TORNO A LOS ESTADOS DE MATERIA: VALIDACIÓN EMPÍRICA

LUZ MARÍA LUNA MARTÍNEZ
ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE MÉXICO

TEMÁTICA GENERAL: EDUCACIÓN EN CAMPOS DISCIPLINARES

RESUMEN

El diseño, implementación y validación de Estrategias Didácticas (ED) en el campo de la Educación en Ciencias, constituye hoy en día una de las líneas de investigación más potentes para propiciar el desarrollo curricular. En este marco, López-Mota y Rodríguez-Pineda (2013), han propuesto para el diseño de ED, homogenizar en términos de modelos, los diferentes elementos que se ponen en juego al diseñar las ED, tales como: temas y aprendizajes escolares propuestos por el currículo, modelos de la ciencia experta y explicaciones iniciales dadas por el alumnado a los fenómenos científicos. Para ello proponen inferir el '*Modelo Explicativo Inicial*' (MEI), de la revisión realizada de la literatura especializada sobre ideas previas. En este trabajo, reportamos la validación empírica realizada con alumnos de secundaria del MEI sobre los estados de la materia, inferidos teóricamente. Para ello inicialmente se revisó la literatura de ideas previas sobre esta temática, inferiéndose un MEI de carácter macroscópico, centrado en forma y volumen; posteriormente se realizó una indagación empírica con 85 estudiantes de secundaria mediante el diseño de un cuestionario empírico exploratorio, tomando como antecedente tanto lo planteado en los Programas de Educación Primaria como los contenidos del Libro de Cuarto Grado de Ciencias Naturales de la SEP. Empíricamente se identificaron 3 MEI, las respuestas dadas por el 76% del alumnado corresponden al MEI - macroscópico- inferido de la literatura (m1), mientras que el 24% restante incluyó de manera diferenciada elementos de tipo microscópico (m2 y m3), así pues se validó empíricamente el MEI inferido de la investigación educativa.

Palabras clave: Indagación, Validación de la investigación, Modelo Cognitivo Inicial, Partícula, Estados de la materia.

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

El diseño, implementación y validación de Estrategias Didácticas (ED) en el campo de la Educación en Ciencias, constituye hoy en día una de las líneas de investigación más potentes para propiciar el desarrollo curricular. En este marco, López-Mota y Rodríguez-Pineda (2013), han propuesto como una herramienta útil para el diseño de ED, homogenizar en términos de modelos, los diferentes elementos que se ponen en juego en el diseño de ED, tales como: los temas y aprendizajes escolares propuestos por el currículo, los modelos de la ciencia experta y las explicaciones iniciales que el alumnado da a los fenómenos científicos escolares. Para ello proponen inferir el '*Modelo Explicativo Inicial*' (MEI), de la revisión realizada de la literatura especializada sobre ideas previas. En el presente trabajo, reportamos la validación empírica realizada con alumnos de secundaria del MEI del alumnado sobre los estados de la materia, inferidos de la literatura.

Aunque no ha existido una manera única de asumir la validez de cualquier investigación, hoy se entiende relativa a las reglas que estructuran el sistema de construcción de conocimiento; su conceptualización y criterios se han transformado históricamente dentro de los paradigmas; por ello, la validez es sólo una aproximación a la solidez del conocimiento, y solo un posible camino a su fundamentación, señala John Ratcliffe (1983).

Según lo reportado en la literatura especializada, uno de los principales problemas se refiere a que ni los profesores, ni los estudiantes reconocen que llegan a las clases de ciencias con concepciones alternativas generadas a partir de su interacción con el mundo. La información que van incorporando, es seleccionada y organizada de manera singular para establecer relaciones que les ayudan a describir el mundo que los rodea (Vigotsky, 1995, Ausubel et al, 1995).

No obstante, muchos datos revelan que éstos, en vez de asimilar las teorías y los modelos científicos enseñados en clase, siguen interpretando el mundo según esquemas intuitivos o culturales ajenos a la ciencia. Por ejemplo, los alumnos adjudican propiedades humanas (crecer, hacerse más gordas, etc) y macroscópicas (dilatarse, fundirse, etc.) a las partículas microscópicas (Brook et al., 1984).

En la enseñanza de las ciencias de educación secundaria, suele ocurrir, que el sistema o proceso que se requiere describir teóricamente, como lo que sucede microscópicamente en los estados de la materia, resulta "difícil" o "complicado" para los estudiantes conceptualizar la entidad "partícula". Entonces el profesor, en ocasiones, busca o diseña otro sistema que le sea útil como puente -Modelo Científico Escolar de Arribo- para su estudio o de la enseñanza del primer modelo -

Modelo Explicativo Inicial-. Probablemente, por tratarse de aspectos muy alejados de los directamente perceptibles por sus sentidos, cuyas dimensiones no les son familiares, los estudiantes no lo entienden (De la Torre, 1998).

Por tal motivo, es de suma importancia que los profesores de ciencias indaguen los Modelos Explicativos Iniciales de los estudiantes -de cualquier nivel educativo-, ya que sí conocen sus modelos explicativos de los fenómenos macroscópicos, esto les permitirá diseñar estrategias didácticas que posibiliten hacer “visibles” esas entidades microscópicas, como por ejemplo, la entidad “partícula” para explicar los estados de la materia. Pero sobre todo que les permita conocer cuáles son sus modelos explicativos de como ellos se están imaginando el interior de los materiales que se encuentran en los diferentes estados de la materia y que revisaron en el libro de cuarto grado de primaria en la asignatura de Ciencias Naturales (SEP, 2017).

La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación, la cual establece que los caminos para indagar dependen de la intención particular del sujeto, de la acción y del contexto de referencia en que ese sujeto se inscribe consciente e inconscientemente, voluntaria o involuntariamente (Galindo, 1998).

Ya que a esta edad la mayoría de alumnos no poseen una estructura cognitiva en la cual tengan sentido el concepto de partícula y sólo repiten lo que han aprendido memorísticamente (Llorens Molina, 1988; Enciso et al., 1987; Sanz et al., 1993). Un ejemplo muy claro es cuando los estudiantes de secundaria repiten memorísticamente los cambios de estado solamente mencionando como ejemplo, el ciclo del agua, sin detenerse a analizar a qué se debe este fenómeno que ellos observan en la naturaleza.

Preguntas de investigación

- ❖ ¿Cómo son los Modelos Explicativos Iniciales de los estudiantes que reporta la literatura sobre sus ideas previas en torno a los estados de la materia?
- ❖ ¿Cómo son empíricamente los Modelos Explicativos Iniciales de los estudiantes en torno a los estados de la materia?
- ❖ ¿Son similares los Modelos Explicativos Iniciales inferidos de lo reportado por la investigación educativa y los obtenidos empíricamente?

Objetivos

El objetivo de la presente investigación es validar empíricamente los Modelos Explicativos Iniciales del alumnado sobre los estados de la materia, inferidos de la literatura, a partir de la indagación de lo que reporta la investigación sobre ideas previas y de lo que se espera hayan aprendido en primaria, según los Planes y Programas de Cuarto Grado de Educación Primaria (SEP,

2011:107) y lo planteado en los contenidos del Libro de Cuarto Grado de Ciencias Naturales de Educación Primaria (SEP, 2017: 73-83) .

DESARROLLO

Metodología

El marco teórico y metodológico de la presente investigación, se encuentra sustentado principalmente en la modelización (Izquierdo y Adúriz- Bravo, 2003) y lo que implica la construcción y la identificación del Modelo Cognitivo Inicial y del Modelo Científico de Arribo (López-Mota y Rodríguez-Pineda, 2013).

En esta investigación, de carácter interpretativo, se utilizó una metodología metodología mixta, a través del diseño de un cuestionario empírico exploratorio, con el propósito de indagar los Modelos Explicativos Iniciales sobre los estados de la materia los jóvenes entre las edades de 13 y 15 años. El cuestionario se aplicó a 85 estudiantes de una escuela secundaria general de la Ciudad de México.

Instrumento de evaluación

El cuestionario fue elaborado teniendo en cuenta las respuestas dadas por los estudiantes a dos cuestionarios previos, es decir, el cuestionario fue piloteado en dos ocasiones hasta llegar a su versión final y validado mediante juicio de expertos (Ver Anexo 1).

Metodológicamente se procedió de la siguiente manera:

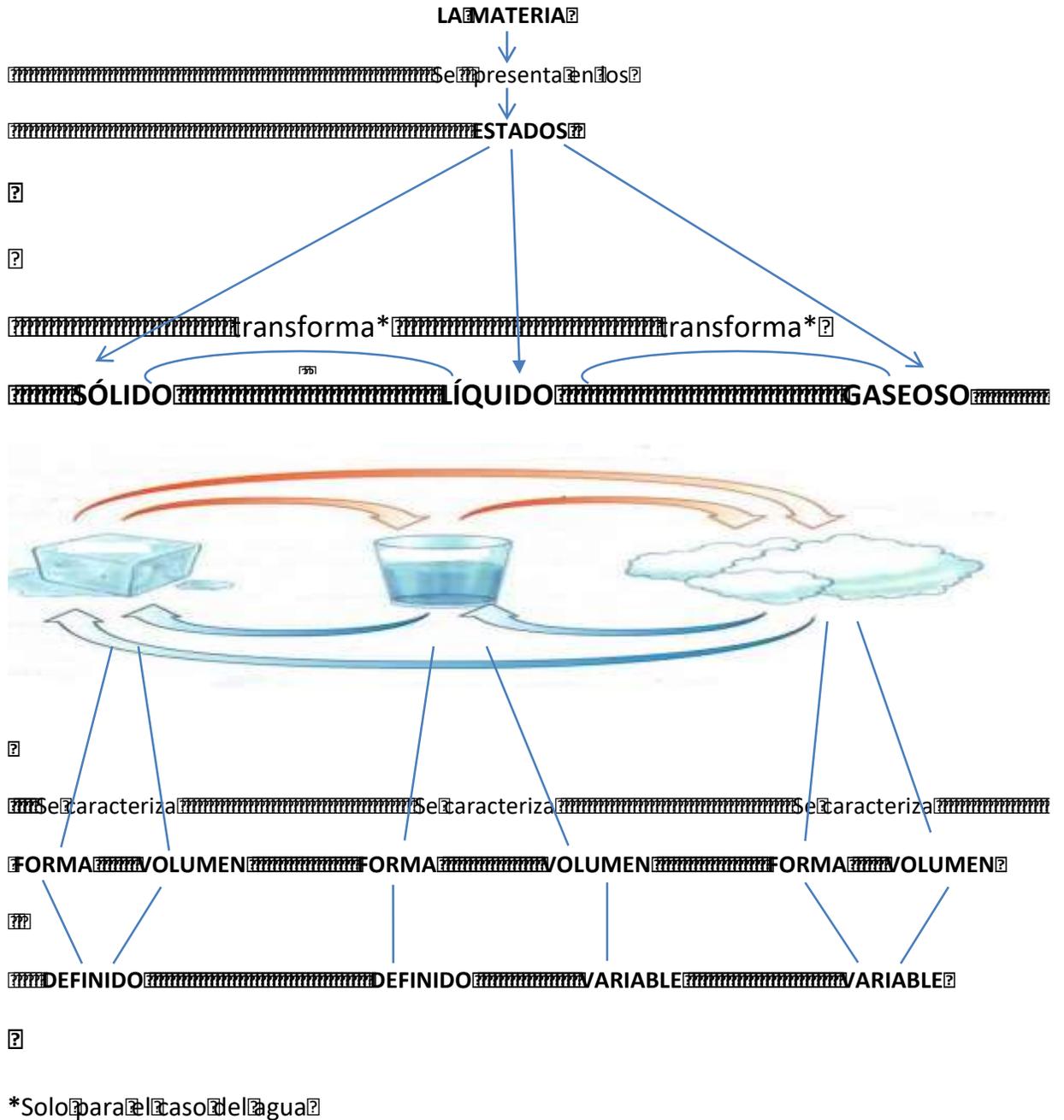
1. Diseño y elaboración de un cuestionario empírico exploratorio tomando como referentes lo anteriormente mencionado.
2. Aplicación del cuestionario empírico exploratorio entre el 13 de agosto y 09 de diciembre del año 2016.
3. Revisión y análisis de las respuestas dadas por los estudiantes al cuestionario empírico exploratorio.
4. Clasificación por modelos (m1, m2 y m3) de los resultados obtenidos con el cuestionario empírico exploratorio.
5. Captura y manejo estadístico (tablas y gráficas) de los resultados obtenidos con el cuestionario empírico exploratorio.
6. Comparación o contrastación de los resultados obtenidos con la aplicación de los cuestionarios con lo reportado en la literatura y lo planteado en los Planes y Programas de Cuarto Grado de Educación Primaria (SEP, 2011:107), así como los contenidos del Libro de Cuarto Grado de Ciencias Naturales de Educación Primaria (SEP, 2017: 73-83).

Resultados y su análisis



A partir de la revisión sistemática y detallada de lo reportado en la literatura sobre ideas previas, se identificó que el MEI sobre los estados de la materia del alumnado de entre 12 y 15 años que en el caso de México corresponde a la educación secundaria, era fundamentalmente de carácter macroscópico, centrado en las entidades físicas de volumen y forma, aludiendo casi siempre a la idea del ciclo del agua, este modelo se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Modelo Explicativo Inicial Inferido de la Literatura



Al analizar las respuestas -tanto escritas como gráficas- dadas por los estudiantes de secundaria a las preguntas planteadas en el cuestionario, se identificaron 3 modelos explicativos: m1= forma y volumen, m2= m1 + partículas o moléculas y m3= m1+ m2+ características de partículas o moléculas que impliquen movimiento que pueden o no cambiar de lugar.

TIPO DE MODELO	MODELOS DE LOS ESTADOS DE LA MATERIA	TIPO DE EXPLICACIÓN
<p>MODELO 1 (m1= forma y volumen) Los estudiantes reconocen a la forma y el volumen como propiedades de los sólidos, líquidos y gases. Cambios de estado producidos por un cambio de temperatura, cambia la forma o cambia una forma diferente que puede o no verse.</p>		<p>SÓLIDO: el material tiene forma, es duro, se puede tocar, ver y oler.</p> <p>LÍQUIDO: si la sustancia es líquida ya no es tan dura, esta derretida, se ve que se mueve, parece agua, se puede beber y su forma depende del recipiente que lo contienen.</p> <p>GASEOSO: en este estado solo se ve el vapor o humo, no se puede <u>tocar</u> pero sí oler.</p>
<p>MODELO 2 (m2= m1 + partículas o moléculas) Además de reconocer lo descrito en el Modelo 1, es decir, reconocen la forma y el volumen como propiedades de los tres estados de la materia, los estudiantes incluyeron en su modelo, partículas unidas o separadas, tanto en el dibujo como en su explicación.</p>		<p>SÓLIDO: sus partículas o moléculas están muy, más o totalmente juntas o unidas, se compactan las partículas, está llena de moléculas, el material es duro porque sus moléculas están juntas.</p> <p>LÍQUIDO: sus partículas o moléculas están poco o ligeramente separadas o se separan más, están dispersas al rededor o se esparcieron y se descomponen.</p> <p>GASEOSO: sus partículas o moléculas están más o muy separadas o dispersas, las partículas en el estado de gas suben y llega su aroma.</p>

	<p>Las moléculas están separadas por estar en estado gaseoso.</p>	
<p>MODELO 3 (m3= m1+ m2+ características de partículas o moléculas que impliquen movimiento que pueden o no cambiar de lugar) Además de reconocer lo planteado en el Modelo 1 y 2, los estudiantes identifican que las partículas o moléculas se encuentran unidas o separadas y que pueden moverse o cambiar de lugar sin especificar la causa o causas.</p>	<p>La mantequilla al estar en estado sólido sus moléculas son más fuertes y se mantienen juntas.</p> <p>Las partículas al estar en contacto en calor se separan empiezan a separarse y hacen la mantequilla líquida.</p> <p>Sus moléculas son débiles por lo que se separan, estas no tienen una forma, por lo que toman la forma del lugar o recipiente que la tiene. Se separan pero pueden moverse.</p>	<p>SÓLIDO: las partículas o moléculas están demasiado fuertes o juntas y no pueden cambiar de lugar, se juntan entre sí y se mantienen juntas.</p> <p>LÍQUIDO: las partículas o moléculas están más separadas y pueden cambiar de lugar o moverse por lo que toma la forma del recipiente que lo contiene.</p> <p>GASEOSO: las partículas o moléculas son débiles, están muy separadas y pueden andar libres, vuelan por todas partes, de tal manera que después de separarse podemos olerlo.</p>

Cuadro 1. Descripción de los Modelos Explicativos Iniciales los estudiantes de secundaria sobre los estados de la materia

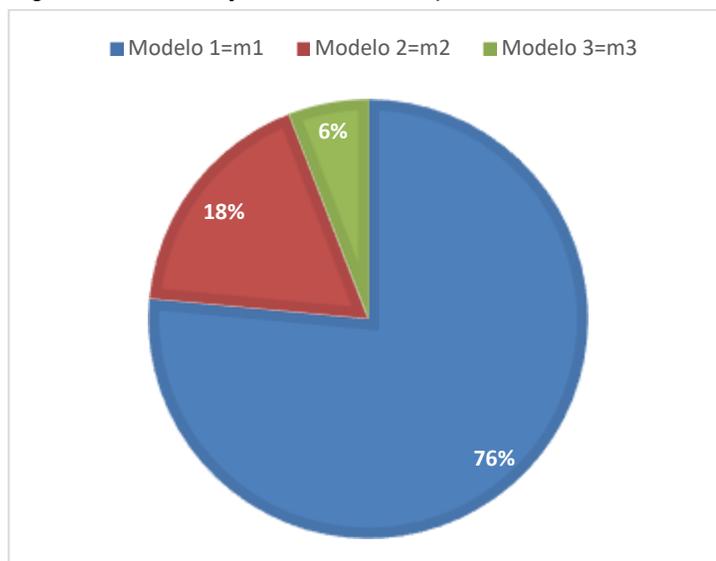
En el Cuadro 1, se presentan dichos modelos con algunos ejemplos de los Modelos Explicativos Iniciales que se detectaron en los estudiantes de secundaria, sobre los estados de la materia, así como algunas de sus argumentaciones.

En la Tabla 1 y en la Figura 2, se presenta un concentrado de la clasificación con la cantidad total de estudiantes, así como la clasificación que se hizo por modelos. Cabe señalar que los porcentajes fueron obtenidos sobre el total de los estudiantes.

Tabla 1. Cantidad de estudiantes por modelos detectados

MODELO 1 (m1)	MODELO 2 (m2)	MODELO 3 (m3)
65	15	5
TOTAL= 85		

Figura 2. Porcentaje de estudiantes por MEI



CONCLUSIONES

Después de haber realizado la validación, a través del análisis comparativo para entre los resultados que se obtuvieron de la aplicación del cuestionario empírico exploratorio, tomando como antecedente lo planteado en los Planes y Programas de Cuarto Grado de Educación Primaria (SEP, 2011:107), así como los contenidos del Libro de Cuarto Grado de Ciencias Naturales de Educación Primaria (SEP, 2017: 73-83) y lo que se encontró en la literatura especializada sobre ideas previas con respecto a los estados de la materia.

Si entendemos a la validez de un trabajo de investigación, indagación o búsqueda, desde el razonamiento que se pretende, se sugiere ser examinado pública y argumentadamente para que tenga validez y credibilidad científica, se puede concluir que sí existe una correlación, ya que algunos de los estudiantes, explican dichos estados conceptualizando la entidad “partícula” como sucede en los modelos 1 y 2, siendo sus modelos microscópicos, considerando que se trata de casi la cuarta parte de estudiantes a los que se les aplicó el cuestionario (24%) y comparado con los estudiantes que se encuentran en un modelo macroscópico (76%), el cual sigue siendo la mayoría e implica un reto para los docentes de ciencias disminuir este porcentaje de estudiantes.

Reflexión

En el marco del Nuevo Modelo Educativo 2016, uno de los principios pedagógicos de la labor docente es re conceptualizar la labor del docente no como un transmisor del conocimiento sino como un docente que indaga y valida los saberes previos de sus estudiantes, los cuales no iguales para todos, como se demostró en la presente investigación.

Pero que además, de indagar y validar, le permita monitorear y evaluar para diseñar y planear las actividades que realizarán sus estudiantes y que le permitan desarrollar sus competencias conceptuales, actitudes, habilidades y valores que son necesarios para esta época.

Es importante mencionar que en la asignatura de ciencias de educación secundaria, se trabaja con modelos, y es de suma importancia indagar los modelos explicativos de los estudiantes para poderlos anclar a los nuevos modelos científicos avalados por una comunidad científica para que posteriormente el estudiante se apropie del nuevo conocimiento y que pueda explicar los fenómenos que observa en la naturaleza, en el mundo escolar y social.

En esta postura, los modelos son considerados herramientas de representación teórica del mundo, auxiliares para explicarlo, predecirlo y transformarlo (Adúriz- Bravo1999).

REFERENCIAS

- Adúriz- Bravo, A. (1999). *Elemento de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Ausubel, D., Novak, J. y Henesian, H. (1995). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Brook, A., Briggs, H. y Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students understanding of particulate nature of matter. Children's Learning in Science Project, Center of Studies in Science and Mathematics Education*. Universidad de Leeds.
- De la Torre, A.C. (1998). Cómo explicar lo grande y lo pequeño. *Revista de Enseñanza de la Física (APFA)*, 11 (1), 53-56.
- Enciso, E., Llorens, J.A. y Sendra, F. (1987). La introducción al modelo corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. Extra, 183-184.
- Galindo, J. (1998). *Técnicas de Investigación. En Sociedad, Cultura y Comunicación*. México. Pearson.
- Izquierdo, M. y Aduriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. In: *Science & Education*, 12 (1), 27-43.
- López y Mota, D.M. y Rodríguez-Pineda, D.P. (2013). Anclaje de los modelos y la modelización científica en estrategias didácticas. Conferencia: IX Congreso Internacional sobre Investigación Didáctica de las Ciencias, en *Revista de Enseñanza de las Ciencias*, Volumen: Extra. Septiembre.
- Llorens Molina, J.A. (1988). Propuesta y aplicación de una metodología para el análisis de la adquisición de conceptos en la introducción a la teoría atómica molecular: percepción de los hechos experimentales, sus representaciones y el uso del lenguaje en alumnos de formación profesional y bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 200-202.
- Sanz, A., Gómez Crespo, M.A. y Pozo, J.I. (1993). Influencia de la instrucción en la utilización del modelo de partículas. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, 281-282.
- SEP (2011). *Planes y Programas de Educación Primaria. Ciencias Naturales. Cuarto grado*. México: SEP.
- SEP (2017). *Libro de Educación Primaria. Ciencias Naturales. Cuarto grado*. México: SEP.



- Ratcliffe, J. (1983). *Noción de validez en la metodología de la investigación cualitativa*. Knowledge: creation, diffusion, utilization, 5(2): 147-167, December. Trad. Gallego, R. et al. 1991. Documento inédito, Maestría en Educación, con énfasis en Docencia Universitaria. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Vigotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.

Ciberfuentes

<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/estrategia.htm>

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/198738/Modelo Educativo para la Educacion Obligatoria.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/198738/Modelo_Educativo_para_la_Educacion_Obligatoria.pdf)

AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de la Dra. Diana Patricia Rodríguez-Pineda, profesora e investigadora de la Universidad Pedagógica Nacional.

Anexo 1

¿CÓMO ME IMAGINO A LA MANTEQUILLA Y OTROS MATERIALES EN LOS ESTADOS SÓLIDO, LÍQUIDO Y GASEOSO?

1. Imagina que tú mamá tiene un pedazo de mantequilla en estado sólido y lo pone a calentar en un recipiente encima de la estufa; la mantequilla puede derretirse hasta que se vuelva completamente líquida e incluso se puede evaporar expandiendo su aroma por toda la cocina. Si pudieras navegar o viajar dentro de la mantequilla con una nave mágica, ¿cómo te imaginas que verías a la mantequilla INTERNAMENTE en cada uno de sus tres estados: sólido, líquido y gaseoso?

DIBUJA cómo te imaginas ver a la mantequilla INTERNAMENTE en el estado sólido :	Escribe la explicación de tú dibujo de la mantequilla en el estado sólido :
---	---