
Modelos Iniciales de Estudiantes de secundaria sobre Fenómenos Electrostáticos

Pereda-García, Sara¹ & López-Mota, Ángel²

Categoría: Reflexiones y experiencias desde la innovación en el aula.

Línea de trabajo #5: Relaciones entre modelización, argumentación, contextualización, e historia, epistemología y sociología de la ciencia.

Resumen

Este trabajo gira en torno a la construcción de Modelos Escolares en el aula, donde aplicamos una secuencia didáctica (SD) a un grupo de 28 estudiantes de una escuela pública de secundaria (13-14 años de edad). La SD se fundamenta en una perspectiva epistemológica (Giere, 2004), y se complementa con una visión ontológica (Gutiérrez, 2005). También adoptamos la definición de Modelo de Gutiérrez (2014) y, a partir de ahí, elaboramos un Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA) -que actúa como referente para diseñar y validar la SD-, y que nos permite tener elementos para promover la modelización en fenómenos de la ciencia con interés educativo -en este caso: la electrostática-.

Palabras clave: Modelos, Electrostática, Educación Básica.

Objetivos

Conocer los modelos iniciales de estudiantes de secundaria acerca de los fenómenos electrostáticos.

Conocer qué tanto difieren estos modelos iniciales del considerado como nuestro referente -MCEA-.

Introducción

¹ Universidad Pedagógica Nacional, peredag@yahoo.com

² Universidad Pedagógica Nacional, alopezm@upn.mx

Presentamos cómo la idea de modelo científico -proveniente de una epistemología semanticista- puede ser utilizada en el ámbito de la didáctica en forma de un constructo llamado MCEA. En particular, indicamos cómo elaborar el MCEA para derivar criterios de diseño para la SD, y validarla en sí misma, que lleve a los estudiantes a modelizar fenómenos electrostáticos en el salón de clases. Además, damos a conocer los modelos que un grupo de 28 estudiantes de una escuela pública de nivel secundaria (13-14 años de edad), presentaron al iniciar la SD.

Desarrollo

Concepto de Modelo

Nuestra propuesta de construcción de modelos la fundamentamos desde una perspectiva epistemológica (Giere, 2004) y la complementamos con una visión ontológica propuesta por Gutiérrez (2005); es decir, retomamos elementos ontológicos -entes y sus propiedades- y epistemológicos -enunciados legales- para adoptar una noción de modelo:

“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. Las funciones esenciales de un modelo son la explicación y la predicción” (Gutiérrez, 2014).

A partir de esta definición, se construye el MCEA -descrito más adelante-, y permite homogeneizar la información -toda en términos de modelos-, con la finalidad de tener elementos que permitan direccionar una SD que promueva la modelización de fenómenos de la ciencia con interés educativo -en este caso: la electrostática-. Así, inferimos/seleccionamos las *entidades* de un sistema determinado y presentes en un fenómeno, con las *propiedades* asociadas a ellas, y *relaciones e inferencias generalizadas* que dan cuenta del comportamiento y predicciones sobre el sistema delimitado en el fenómeno a ser modelizado.

Modelo Científico Escolar de Arribo

Para alcanzar nuestro referente (MCEA), comenzamos por elaborar el Modelo Estudiantil Inicial (MEI). Éste es inferido de las ideas previas de los estudiantes que se reportan en la literatura especializada (Furió y Guisasola, 1999; Pereda y López, 2009) (Tabla 1). Cabe recordar que una extensa literatura muestra que estas ideas espontáneas actúan como representaciones profundamente arraigadas -resistentes al cambio y con una ontología alejada de la establecida por la ciencia y del currículo-.

Tabla 1.
 MEI

Entidades	Propiedades	Relación/Reglas de inferencia	Inferencias Generalizadas
Globo, Pared	Los objetos son ligeros	Si se frota el globo/regla/cepillo con la pared/trozos de papel/cabello entonces se atraen o se perciben 'toques'	Si se frota con intensidad uno de los cuerpos, entonces la atracción entre ambos cuerpos será mayor
Regla de plástico, Trozos de Papel	Propiedades parecidas a un imán		
Cabello, Cepillo			

También inferimos un Modelo Curricular proveniente de los planes y programas de estudio de educación básica, Secundaria-Ciencias II -Explicación de los fenómenos eléctricos- (Tabla 2); ya que generalmente suelen estar en un listado de bloques secuenciados de aprendizajes esperados y contenidos específicos (SEP, 2011).

Tabla 2.
 Modelo Curricular

Entidades	Propiedades	Relaciones/Reglas de Inferencia	Inferencias Generalizadas

Átomo: constituído por protones y electrones	Electrones presentan carga eléctrica negativa y protones, carga eléctrica positiva	Si dos cargas eléctricas interaccionan entre sí, entonces se producen fuerzas de atracción o repulsión	[-]
---	--	---	-----

De igual manera, tomamos en cuenta las teorías científicas y modelos que soportan dicho contenido curricular -Electrostática en nuestro caso- y que mayormente se presentan como conjuntos de conceptos y leyes desarticulados. Así, identificamos lo que llamamos Modelo Científico (Tabla 3), proveniente de la consulta de textos de Física básica utilizados en el nivel educativo superior.

Tabla 3.
Modelo Científico

Entidades	Propiedades	Relaciones/Reglas de inferencia	Inferencias Generalizadas
Materiales (Serie Triboeléctric a)	Ganan o pierden electrones, por lo tanto, pueden cargarse eléctricamente.	Si una varilla de vidrio ha sido cargada positivamente con un trozo de seda, entonces atraerá un trozo pequeño de corcho -aún cuando el corcho esté descargado-.	Si existen dos cuerpos cargados eléctricamente (por fricción o por inducción), entonces pueden presentarse fenómenos de atracción o repulsión entre ellos.
Electrón	Portador de carga eléctrica negativa ($-e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$). Presentan niveles de energía asociados a su cercanía o lejanía	Si dos cargas están dispuestas en posiciones relativamente cercanas entre sí, entonces se manifiestan fuerzas eléctricas de	Dos cargas eléctricas estacionarias, tienden a repelerse o atraerse entre sí con una fuerza proporcional al valor de las cargas e inversamente proporcional a su

	<p>con el núcleo.</p> <p>Tiene una masa de 9.110×10^{-31} kg y se opone a ser acelerado por fuerza alguna.</p> <p>Presentan un momento magnético intrínseco: <i>spin</i>.</p> <p>Presenta un campo eléctrico en la región que rodea a esta carga; manifestándose dicho campo en la presencia de otra carga eléctrica.</p> <p>Los electrones ubicados en los niveles de energía más alejados del núcleo, pueden ser atraídos por otro átomo cercano.</p>	<p>atracción o repulsión.</p> <p>Si una carga positiva (negativa) es liberada en la vecindad de otra carga positiva (negativa), entonces experimenta una fuerza de repulsión que actúa radialmente hacia fuera; implicando que las líneas de fuerza de una carga puntual positiva/negativa estén dirigidas radialmente hacia fuera.</p> <p>Si dos cargas de signos opuestos se encuentran en proximidad, entonces la concentración de líneas de campo es más grande en la región entre las cargas y se llevan hacia la región central, presentándose una atracción entre ambas.</p>	<p>distancia mutua</p> <p>(Ley de Coulomb: $F = (k) q_1 q_2 / r^2$).</p>
Protón	Portadores de carga eléctrica		

positiva
 ($+e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$).

Tiene una masa de $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ y se opone a ser acelerada por fuerza alguna. Presenta un campo eléctrico en la región que rodea a esta carga; manifestándose dicho campo en la presencia de otra carga eléctrica.

Una vez elaborados estos modelos, se tensionan y se postula el MCEA (Tabla 4); que actúa como hipótesis directriz, clara y explícita, que permite contar con criterios para diseñar y validar una SD basada en modelos y modelización (López-Mota y Moreno-Arcuri, 2014).

Tabla 4.
 MCEA

Entidades	Propiedades	Relaciones/Reglas de inferencia	Inferencias Generalizadas
Materiales que se pueden cargar eléctricamente,	Materiales que pueden desprender/ganar/ alinear cargas negativas (electrones)	Si se frotan algunos materiales, entonces se electrizan ganando/perdiendo electrones.	Si aumentan las cargas eléctricas en un cuerpo, entonces aumentarán las fuerzas de atracción

constituidos por átomos (formados por electrones, protones y neutrones)	Materiales que pueden desprender/ganar/alinear cargas positivas (protones)	<i>Si</i> dos materiales distintos poseen cargas eléctricas diferentes (positivas-negativas), <i>entonces</i> producirán fuerzas de atracción.	o repulsión. <i>Si</i> aumenta la distancia entre dos cuerpos electrizados, <i>entonces</i>
	Materiales que no pueden desprender/ganar/alinear cargas negativas o positivas (electrones o protones).	<i>Si</i> dos materiales distintos poseen cargas eléctricas iguales (negativas-negativas o positivas-positivas), <i>entonces</i> producirán fuerzas de repulsión.	disminuirán las fuerzas de atracción o repulsión. [Por el contrario, <i>si</i> disminuye la distancia entre estos dos cuerpos, <i>entonces</i> aumentarán las fuerzas eléctricas.]
		<i>Si</i> un material cargado eléctricamente, se acerca a un material conductor, <i>entonces</i> las cargas podrán fluir por dicho conductor.	

Modelo Estudiantil Inicial

En la primera fase de la SD identificamos el MEI (Tabla 5) de un grupo de 28 estudiantes que cursaban el segundo grado de secundaria (13-14 años de edad) en una escuela pública. Cabe mencionar que la profesora de Ciencias de este grupo ya había abordado el contenido en clase.

Tabla 5.
MEI del grupo donde se aplicó la SD

		Núm. de menciones de los estudiantes
Entidades	Materiales	27/28
	Materiales donde aparece 'algo'	13/28
Propiedades	Se carga de [energía] eléctrica	25/28
	Se [pega] atrae a otros objetos	11/28
	Hace fricción	5/28
	Se calienta	3/28
	Genera magnetismo	1/28
Reglas de Inferencia	Si no se frota el material, entonces no tiene [energía] electricidad.	22/28
	Se se frota el material, entonces se produce [fricción] electricidad.	12/28
	Si se frota el material, entonces puede atraer otros objetos.	6/28
	Si el material se carga de energía eléctrica, entonces atrae a otros objetos.	6/28
	Si no se frota el material, entonces no tiene electricidad y no puede atraer otros objetos.	2/28
	Si se frota el material, entonces genera energía magnética.	2/28
Inferencias Generalizadas	Si no se frota el material, entonces no existirán fuerzas de atracción	2/28
	Si se frota el material, entonces puede atraer otros objetos porque se ejercen fuerzas de atracción.	1/28

En la tabla anterior, los estudiantes señalan como entidades responsables de la electrización de los materiales, al objeto en sí mismo (globo, tubo PVC, cinta

celoseda, popote), apareciendo -en algunos casos- una entidad -no siempre explícita- alrededor del objeto. La mayoría de los estudiantes indicó que dicha entidad, adquiere 'energía' o 'electricidad', atribuyendo otras propiedades como el que pueden 'pegarse' o atraerse a otros objetos; algunos mencionaron que se comportaron como un imán.

La explicación que la mayoría dieron a los fenómenos presentados en esta fase, fue que los materiales generaban electricidad por frotación. Muy pocos estudiantes atribuyeron que al estar electrizado el material, podía ejercer fuerzas de atracción -ninguno mencionó que se produjeran fuerzas de repulsión-. Asimismo, hubo dos estudiantes que explicaban estos fenómenos como lo que sucede con los imanes.

El modelo que los estudiantes logren construir al final de la SD, puede ser comparado con el MCEA y con el MEI (Tabla 5); y así conocer si el MCEA puede ser alcanzado y qué tanto fueron modificados los MEI a partir de la misma. De esta manera, podemos validar la SD frente a lo que nos propusimos (MCEA) y no simplemente una transformación de la manera inicial de pensar de los estudiantes.

Si los estudiantes logran acercarse lo más posible al MCEA, tendrían los elementos para explicar, argumentar y predecir los fenómenos electrostáticos presentes en el currículo y transitar del nivel macroscópico -atracción entre un globo electrizado y la pared- al nivel microscópico, al señalar que las partículas atómicas son responsables de electrizar algunos cuerpos, como por ejemplo, el globo (Pereda y López, 2009).

Referencias bibliográficas

- Giere, R. N. (2004). "How Models are Used to Represent Reality". *Philosophy of Science*, 71, 742-752.
- Gutiérrez, R. y Pintó, R. (2009). Aproximación ontológica a las concepciones de modelo científico que presentan los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*.

Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 3637-3641.

Gutiérrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos. Aproximaciones y alternativas. *Revista Biografía*, 7(13), 37-66.

Furió, C. y Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 441-452.

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. *Revista Bio-Grafía*, 7(13), 109-126.

Pereda, S. y López, A. (2009). Estrategia didáctica para propiciar el cambio conceptual sobre electrostática en alumnos de secundaria. *Entre Maestros*, 9(31), 22-27.

SEP (2011). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica. Secundaria. Ciencias.* México, D. F.: Secretaria de Educación Pública.