

Experiencias para evocar modelos en estudiantes de secundaria relativos a fenómenos electrostáticos

Pereda García Sara

Coordinación Sectorial de Educación Secundaria

peredag@yahoo.com

María de la Luz Martínez Hernández

Universidad Pedagógica Nacional/Coordinación Sectorial de Educación Secundaria

fluzma@hotmail.com

Línea temática: Educación Científica en Educación Secundaria

Modalidad: 2

Resumen

En este trabajo presentamos algunas actividades experimentales realizadas con 37 estudiantes de secundaria de este nivel (13-14 años de edad), al abordar fenómenos electrostáticos, y que nos ayudaron a evocar sus modelos acerca de estas experiencias. Con ello, buscamos acercarlos al Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA) -que actuó como referente para diseñar y validar la Secuencia Didáctica aplicada a este grupo de estudiantes-, y que nos permitió tener elementos para promover la modelización de fenómenos de la ciencia con interés educativo -en este caso: la electrostática- (Pereda y López-Mota, 2017). Se utilizaron materiales caseros y de uso común, en donde el profesor, puede llevar a cabo varias actividades experimentales alentando un acercamiento al fenómeno en cuestión y exploración de éste al promover su explicación con base en el desarrollo de modelos.

Palabras clave

Secuencias Didácticas, Educación Secundaria, Actividades Experimentales, Electrostática

Objetivos

- Identificar los modelos de los estudiantes acerca de los fenómenos electrostáticos.
- Alentar un acercamiento a los fenómenos electrostáticos y exploración de los mismos al promover su explicación con base en el desarrollo de modelos.

Marco Teórico

En las últimas dos décadas, los Modelos y la Modelización son retomados como elementos centrales para la comprensión de la Ciencia (Coll y Lajium, 2011). Una forma emergente de acercarse al pensamiento de los teóricos son los modelos (Martínez-Rodríguez, 2017), un modelo

es una forma de representar la realidad de forma más completa y dinámica que una serie de enunciados, ya que un enunciado se limita al uso del lenguaje oral o escrito en tanto el modelo es una abstracción que tiene infinitud de posibilidad para describir, explicar y predecir los fenómenos de la realidad (Adúriz-Bravo, 2011).

Desde este enfoque, se pueden plantear construcciones -científicas escolares- próximas a modelos científicos y, por lo tanto, lograr que los estudiantes construyan conocimientos más deseables, para provecho de la investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias; particularmente para el diseño y validación de Secuencias Didácticas.

Las investigaciones nos orientan hacia los modelos que se pueden construir en la ‘actividad científica escolar’ –dentro de la Didáctica de las Ciencias– a partir de la construcción de ‘modelos científicos escolares’ (Izquierdo y Adúriz, 2005). Así, Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009), han rescatado de la epistemología cognitiva la posibilidad de comprender y explicar fenómenos científicos en el ámbito de las aulas, para dar pie a la concepción de ‘ciencia escolar’ basada en la ‘actividad científica escolar’ y los ‘modelos científicos escolares’. Y esta concepción, como señala Adúriz-Bravo (2010), es aquella en la que los modelos científicos escolares sirven “para entender el funcionamiento natural mediante ideas abstractas y, al mismo tiempo, no se encuentren tan alejados de las concepciones alternativas” de los estudiantes (p. 248).

En los estudios sobre la enseñanza de la electricidad y de los fenómenos electrostáticos, se han encontrado gran número de dificultades sobre el aprendizaje de esta rama de la física (Duit y Von Rhöneck, 1998). Una de las razones, es “la existencia de la carga eléctrica (responsable de la interacción eléctrica) no nos resulta siempre evidente” (Serrano y Hurtado, 2013). En el aula, los estudiantes no pueden ‘ver’ lo que sucede a nivel microscópico, por lo que recaen en observar algún cambio a nivel macroscópico; lo cual, afecta la construcción de un modelo cercano al científico. Es por ello que, como lo mencionan Serrano y Hurtado (2013): “la carga es una propiedad oculta de la materia, por lo que cualquier experiencia que la ponga de manifiesto y permita su estudio es extraordinariamente útil en la comprensión de los fenómenos eléctricos” (p. 110).

La comprensión de estos fenómenos es importante en la actividad científica escolar, ya que “una clara comprensión de los conceptos introducidos en electrostática es esencial si uno quiere adquirir una visión científica de los fenómenos electromagnéticos” (Furió y Guisasola, 1999:442). Además, las fuerzas eléctricas determinan las propiedades y el comportamiento de toda la materia, como por ejemplo: el enlace químico, el funcionamiento de una célula, los estados de agregación de alguna sustancia (Serrano y Hurtado, 2013).

Metodología

Aplicamos una Secuencia Didáctica en un grupo de 37 estudiantes de segundo grado de secundaria basada en modelos y que promueve la modelización, con la intención de que los estudiantes logren comprender y explicar fenómenos electrostáticos. En la Figura 1 mostramos las fases de la Secuencia Didáctica, y en la Tabla 1 las actividades experimentales que se aplicaron en cada sesión de dicha secuencia.

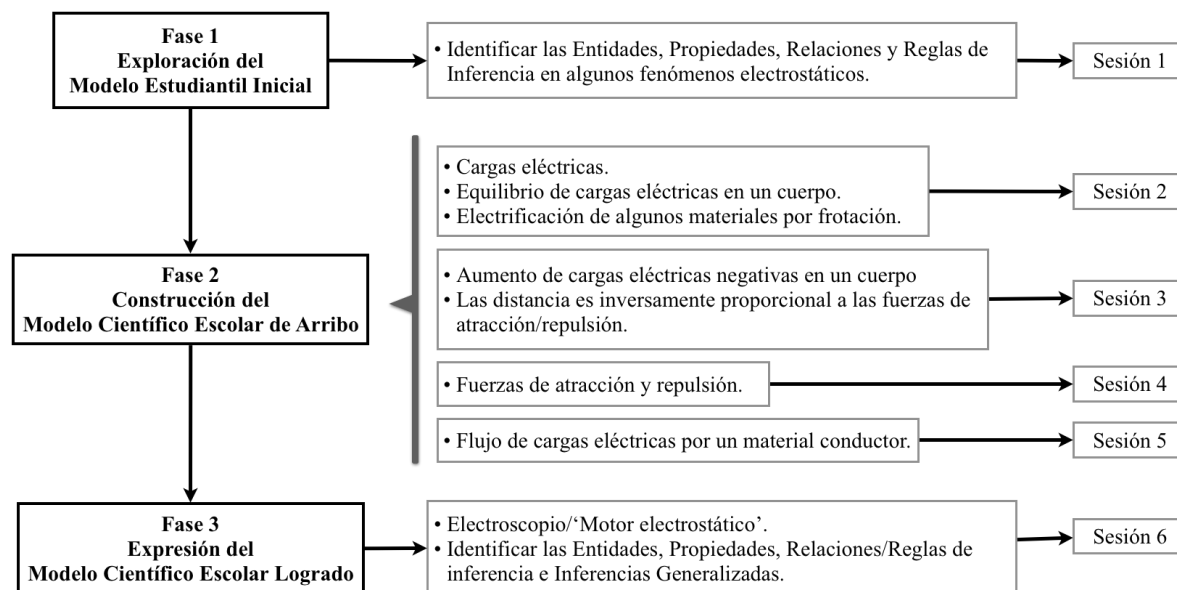


Figura 1. Principales rasgos de la Secuencia Didáctica.

Sesión	Actividades	Recursos
1	a) En equipos de 3 o 4 integrantes se les reparten materiales para frotar uno de éstos con un paño de lana y experimentar la atracción ante el otro material: - Paño de lana-Globo-Pared - Paño de lana-Cintas de plástico-Pared - Paño de lana-Popote-Pared - Paño de lana-Tubo PVC/Globo-Virutas de madera - Paño de lana- Tubo PVC-Trozos de papel - Paño de lana-Tubo PVC-Chorro de agua Los alumnos plasman sus descripciones o explicaciones de manera escrita y gráfica. Se realizan preguntas a los estudiantes para que reflexionen cada situación experimental, por ejemplo: ¿Qué tiene el tubo PVC que se frotó con el paño de lana para que atraiga a los trozos de papel?, ¿Qué tendrá de diferente el tubo PVC que se frotó con el que no se frotó?.	Para cada equipo: - 1 Globo y paño de lana. - Trozos de cinta celoseda y paño de lana. - 1 Popote y paño de lana. - Tubo PVC, paño de lana, virutas de madera. - Tubo PVC, paño de lana, papelitos. - 2 vasos de plástico, Agua Tubo PVC y paño de lana.

2	a) Hacer un repaso de las situaciones experimentales que los estudiantes realizaron en la sesión 1. b) Se reparte la lectura a cada estudiante ‘La electricidad estática’ para contestar cinco preguntas sobre el contenido de la misma. Al terminar, en consenso grupal se comentan sus respuestas.	Para cada alumno: - Lectura ‘La electricidad estática’
3	Situación experimental 1: En equipos de 2 o 3 integrantes, desarrollarán una experiencia electrostática: con un paño de lana se frota un tubo PVC y se acerca a una tira de papel metálico.	Para cada equipo: - Tira de papel metálico - Tubo PVC - Paño de lana
	Situación experimental 2: Con ayuda del popote, se forma una burbuja con agua jabonosa sobre un protector de hojas y se acerca un tubo PVC que se frotó anteriormente con el paño de lana. Cada estudiante registra sus observaciones y explicaciones; se cuestiona a los estudiantes para orientar sus respuestas.	Para el profesor o para cada equipo: - 1 tubo PVC - Paño de lana - 1 protector de hojas - agua jabonosa - 1 popote
4	Situación experimental 1: En equipos de 2 o 3 integrantes desarrollan una actividad experimental: Se frota una tira de celofán con el paño de lana -o entre los dedos- y responden algunos cuestionamientos de manera escrita. Después, frotan por separado las 2 tiras de celofán y se acercan sujetándolas desde un extremo.	Para cada equipo: - 2 tiras de celofán (o de una bolsa de plástico) - Paño de lana
	Situación experimental 2: Se frota el tubo PVC y el aro de plástico con el paño de lana, se coloca cuidadosamente el aro de plástico sobre el tubo PVC. El comportamiento del aro de plástico dará la impresión de que éste ‘levita’ sobre el tubo. Los estudiantes registran sus observaciones y explicaciones y se orientan sus respuestas.	Para cada equipo: - 1 tubo PVC - Paño de lana - 1 aro de plástico (de una bolsa)

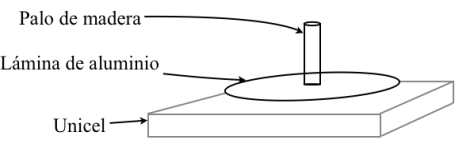
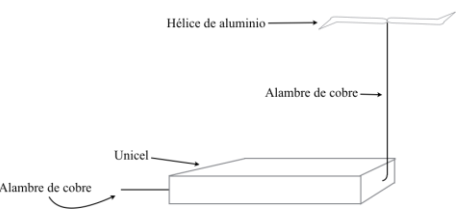
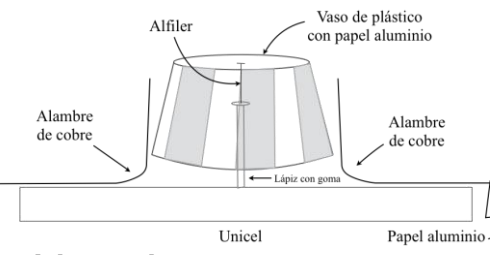
5	Situación experimental 1: El profesor realiza una situación experimental demostrativa: Previamente se construyen dos dispositivos: ‘electróforo’ y ‘molino electrostático’; y brevemente se presenta a los estudiantes de qué materiales esta hecho y cómo se construyó. Después se carga eléctricamente el ‘electróforo’ (frotando la lámina de espuma de poliestireno con el paño de lana), el ‘electróforo’ toca la lámina de espuma de poliestireno electrificada y toca el alambre del ‘molino electrostático’, para observar lo que sucede con la ‘hélice’ de aluminio. Se cuestiona a los estudiantes y se orientan sus respuestas.	Para el profesor: ‘Electróforo’  ‘Molino electrostático’  - Paño de lana - Lámina de espuma de poliestireno
6	Situación experimental 2: Después, en equipos de 2 o 3 integrantes construyen un electroscopio. Se orienta el desarrollo de la actividad cuestionando a los estudiantes. Los estudiantes anotan sus observaciones y explicaciones.	Para cada equipo: - 1 Electroscopio: Frasco de vidrio con tapa, un trozo de plastilina, alambre de cobre - Paño de lana - Tubo de PVC o globo - Laminillas de aluminio (de lata de refresco).
	Situación experimental 3: Previamente se construye (o los estudiantes construyen) el ‘motor electrostático’, y se presenta a los estudiantes –materiales y funcionamiento—. Se electrifica la regla de plástico y se acerca al extremo del alambre de cobre, se observará que gira el vaso con papel aluminio. Los estudiantes registran sus respuestas y explicaciones sobre lo que sucede.	- Motor electrostático:  - Globo o Tubo PVC - Paño de lana

Tabla 1. Actividades experimentales por sesión de la Secuencia Didáctica.

Resultados

En la Tabla 2 se muestran los modelos que lograron construir 22 estudiantes al finalizar la Secuencia Didáctica y que lograron aproximarse al Modelo propuesto -MCEA- (Pereda, 2018).

	22/37 Estudiantes con Modelos <i>avanzados</i>
Entidades	Electrones Protones
Propiedades	La materia es neutra, por lo que sus cargas están equilibradas. Algunos materiales pueden perder/ganar cargas eléctricas negativas (electrones).
Relaciones/ Reglas de Inferencia	Si se frotan algunos materiales, entonces se electrizan ganando/perdiendo electrones. Si dos materiales poseen cargas eléctricas iguales (negativas-negativas), entonces producirán fuerzas de repulsión. Si un material cargado eléctricamente (tubo PVC) se acerca a un material conductor (alambre de cobre), entonces las cargas podrán fluir por dicho conductor.
Inferencias Generalizadas	Si aumentan las cargas eléctricas negativas en un cuerpo, entonces aumentarán las fuerzas de atracción/repulsión.

Tabla 2. Modelos *avanzados* al finalizar la Secuencia Didáctica.

En las siguientes Tablas (3 y 4) se muestran los modelos de 15 estudiantes (12 y 3 respectivamente) que se encuentran alejados del referente propuesto -MCEA-.

	12/37 Estudiantes con Modelos <i>intermedios</i>
Entidades	Electrones Protones
Propiedades	La materia es neutra, por lo que sus cargas están equilibradas. Algunos materiales pueden perder/ganar cargas eléctricas negativas (electrones/protones).
Relaciones/ Reglas de Inferencia	Si se frotan algunos materiales, entonces se electrizan [ganan/pierden electrones/protones]. Si dos materiales poseen cargas eléctricas iguales (negativas-negativas), entonces se separan/producen fuerzas de repulsión. Si un material cargado eléctricamente (tubo PVC) se acerca a un material conductor (alambre de cobre), entonces las cargas podrán fluir por dicho conductor.
Inferencias Generalizadas	Si aumentan las cargas eléctricas en un cuerpo, entonces tendrá mayor fuerza/energía.

Tabla 3. Modelos *intermedios* al finalizar la Secuencia Didáctica.

	3/37 Estudiantes con Modelos <i>bajos</i>
Entidades	Aparece 'algo' alrededor de los materiales (paño de lana/tubo PVC).
Propiedades	Algunos materiales ganan cargas eléctricas.
Relaciones/ Reglas de Inferencia	Si se frota algunos materiales, entonces se electrizan Si dos materiales poseen cargas eléctricas, entonces se separan/producen fuerzas de repulsión. Si un material cargado eléctricamente, se acerca a un material conductor, entonces las cargas podrán fluir por dicho conductor.
Inferencias Generalizadas	Si aumentan las cargas eléctricas en un cuerpo, entonces aumenta su energía.

Tabla 4. Modelos '*bajos*' de los estudiantes.

Al inicio de la Secuencia Didáctica, los estudiantes explicaron los fenómenos electrostáticos desde una percepción sensorial: hicieron referencia a aspectos describibles a simple vista de los fenómenos electrostáticos. A partir de estos Modelos Iniciales, nos propusimos transformarlos en modelos que se aproximaran al MCEA -el referente propuesto-. Para ello, las actividades de la SD -que diseñamos bajo el enfoque de modelos y modelización, y que además, se direcciona hacia el MCEA-, favorecieron dicha transformación; pues pusieron énfasis en la presencia de las partículas subatómicas, el papel que desempeñan en la electrización de los materiales, el equilibrio de dichas cargas, etc.

Con los resultados obtenidos en las sesiones 3, 4, 5 y 6 de la Secuencia Didáctica, se evidencian términos utilizados por los estudiantes como: 'cargas eléctricas', 'cargas eléctricas positivas', 'cargas eléctricas negativas', utilización de símbolos de '+' y '-' para representar la electrización o el equilibrio de cargas en un material.

Conclusiones

Esta investigación se une a la propuesta de Psillos, Spyrtou y Kariotoglou (2005), en donde "un número creciente de investigadores de la educación han estado desarrollando e investigando el diseño y la efectividad de Secuencias Didácticas propuestas, dirigidas a proporcionar condiciones apropiadas para aprender".

La Secuencia Didáctica que proponemos, fue sometida a la realidad en la que se encuentran la mayoría de las aulas: grupos numerosos, ausencias de alumnos y profesores, copiar y repetir contenidos en las clases, entre otras. Los resultados reportado (Pereda, 2018), dan cuenta de que -

a pesar de las limitaciones que pudieran encontrar los docentes-, los estudiantes lograron construir modelos muy próximos al MCEA.

Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A. & 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.
- Adúriz-Bravo, A. (Febrero, 2010). Hacia una didáctica de las ciencias experimentales basada en modelos. En L. Álvarez (Presidencia). *II Congreso Internacional de Didácticas*, Girona, España.
- Adúriz-Bravo, A. (2011). Concepto de modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución. En L. Galagovsky (coord.) *Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos* (141-161). Buenos Aires: Logar.
- Coll, R. K. y Lajium, D. (2011). Modeling and the future of science learning. En Myint Swe Khine, M. y Saleh, I. M. (Eds.) *Models and Modelling. Cognitive tools for Scientific Enquiry*, (6), 3-21.
- Duit, R. y Von Rhöneck, C. (1998). Aprender y comprender los conceptos claves de la electricidad. En A. Tiberghien, E. Jossem y J. Barojas (Eds.), *International Commission on Physics Education* (C2). Caracas: Universidad Nacional Abierta.
- Furió, C. y Guisáosla, 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.
- Izquierdo, M. & Adúriz-Bravo, A. (2005). Los Modelos Teóricos para la Ciencia Escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 1–4. Recuperado de http://ddd.uab.es/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA490modteo.pdf
- Martínez, L y Rodríguez, D. (septiembre, 2017) *Caracterización de los modelos teóricos de evolución biológica para identificar el modelo teórico del profesorado de secundaria*. En A. Rivero (Presidencia), *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Sevilla, España.
- Pereda, S. y López-Mota, A. (septiembre, 2017). Construcción de modelos científicos escolares sobre fenómenos electrostáticos con estudiantes de secundaria. En A. Rivero (Presidencia), *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Sevilla, España.
- Pereda, S. (2018). *Construcción de Modelos Científicos Escolares relativos a Fenómenos Electrostáticos con Alumnos de Secundaria*. (Tesis doctoral). Universidad Pedagógica Nacional, México.

Psillos, D., Spyrtou A. y Kariotoglouk, P. (1995). Science Teacher Education: Issues And Proposals. En K. Boersma et al. (eds.), *Research and the Quality of Science Education* (119-128). Netherlands.

Serrano, A. T. y Hurtado, J. (2013). Electrostática. Experiencias con latas de refrescos. *Alambique*, 73, 110-115.