

LA SEMIÓTICA Y LAS REPRESENTACIONES EN SIMULACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

Autores. Diego Fernando Becerra Rodríguez¹. Óscar Rafael Boude Figueredo². Fredy González Rincón³ Carlos Humberto Barreto Tovar⁴. ¹Universidad de La Sabana – diego.becerra2@unisabana.edu.co, ²Universidad de La Sabana - oscar.boude@unisabana.edu.co ³Universidad de La Sabana - fredygori@unisabana.edu.co, ⁴Universidad de La Sabana - carlos.barreto2@unisabana.edu.co

Tema. Eje temático 7.

Modalidad. Comunicación (oral-poster). Nivel educativo universitario.

Resumen El presente Artículo muestra cómo se puede articular las simulaciones ofrecidas por la plataforma PhetColorado con los planteamientos de la semiótica, esto, como estudio de las representaciones y los signos, en la investigación, cualitativa de orden exploratorio, se construye un triángulo semiótico con sus propiedades para 5 simulaciones de distintas temáticas que se abordan en a lo largo del curso Electricidad y Magnetismo, siendo estas temáticas apoyadas por refuerzos conceptuales y experimentales mediante el uso de un recurso TIC como lo son las simulaciones.

Palabras claves. Simulación, TIC, Representación, Semiótica.

Introducción

El uso de las TIC en la enseñanza de la física ofrece a la comunidad académica la oportunidad de incluir de manera eficiente herramientas tecnológicas en el aula, las cuales, aportan al actual proceso de transformación de la educación (Fredes, Hernández & Díaz, 2012). En consecuencia, el uso de laboratorios virtuales y simulaciones como herramientas TIC, se consolidan en la enseñanza de la física como un elemento que complementa la enseñanza tradicional (Amadeu & Leal, 2013) propiciando en los estudiantes la realización de observaciones del mundo físico que no podrían representarse por otros medios, igualmente, permiten generar cuestionamientos y desafíos en los estudiantes (Adams, Paulson & Wieman, 2008; Tavares et al, 2019) , además de, superar obstáculos en el aprendizaje como lo es la falta de material de laboratorio para realizar prácticas reales presenciales o simplemente la adaptación a una era más digital y de fomento en el aula del uso de las TIC.

Por esto, en algunas instituciones educativas del país se ha establecido de manera institucional el abordaje de temáticas en los cursos de Electricidad y Magnetismo utilizando laboratorios virtuales, en aras de mejorar la comprensión de conceptos por parte de los estudiantes y visualización de correlación y comportamiento de variables de distintos fenómenos. En este sentido, se considera pertinente analizar desde la semiótica y el estudio de las representaciones qué objetos reales representa cada simulación y qué objetivo pedagógico tiene usar cada una de ellas en la enseñanza de la Física.

Referente teórico

Semiótica y representaciones

Es necesario tener en cuenta que los estudiantes que trabajan con simulaciones y laboratorios virtuales se acercan a los fenómenos físicos mediante representaciones, siendo pertinente tener cuenta los fundamentos de la semiótica y las representaciones, al respecto, Tamayo (2006) comenta que, vista desde las ciencias cognitivas las representaciones son

consideradas como cualquier noción o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior y/o interior, por ejemplo, la naturaleza.

Igualmente, por medio de los símbolos es posible representar en la mente algo que perciben los sentidos y construir representaciones por parte del sujeto, por ejemplo, si son construidas por científicos se daría intuición a una teoría científica mientras que, si es por cuenta de algún sujeto común se hablaría una teoría intuitiva acerca del mundo. En este sentido, vale la pena resaltar las afirmaciones de León (2014) cuando menciona que los procesos educativos constituyen sistemas complejos en los que participa toda la sociedad y, por medio de ella se posibilita la asimilación de conceptos que no propiamente deben ser de ciencias, por ejemplo, los miembros de una sociedad tienen la posibilidad acudir al televisor, a la computadora, el celular, o cualquier tecnología, donde los signos y las imágenes observadas son la representación de objetos reales y replantean distintas realidades imaginarias, de esta forma se adquieren objetos deseados, vidas imaginarias o se vive el encuentro deportivo en el que nunca se participa.

Comprendiendo entonces una relación entre representación y signo, en su momento Ferdinand De Saussure planteó la posibilidad de establecer una ciencia cuyo enfoque principal sea el estudio de los signos enmarcados dentro de contextos sociales, estableciendo en qué consisten y cuáles leyes los rigen, esta ciencia surgió bajo el nombre de la Semiología ó semiótica (del griego semeion-signo) De Saussure llamaba signo a la combinación del concepto y la imagen acústica. De tal manera que el signo es la combinación de dos elementos, el significado y el significante. Siendo el significado, los elementos que se representan en la mente al captar un significante, y este a su vez podrá recibirse mediante estímulos a cualquiera de los sentidos evocando un concepto.

Así mismo, teniendo como base la comunicación entre los sujetos de una sociedad Paolí (1985) entiende ésta como el acto de relación entre dos o más sujetos, mediante el cual se evoca un significado en común, pero, para lograr dicha comunicación es necesario que los sujetos hayan tenido algún tipo de experiencia similar y evocable en común, de tal manera que para poderlas evocar necesitan significantes comunes, por ejemplo, cuando dos sujetos están juntos y escuchan cantar un gallo, los dos pueden evocar en sus mentes la imagen de un gallo así tengan distintos dialectos, cultura o idiomas.

Por otro lado, para Charles Sanders Peirce la semiótica se establece como una disciplina que en un marco de referencia incluye otros estudios, por ejemplo, Pierce (1392) afirma que “...*Nunca me ha sido posible emprender un estudio, sea cual fuere su ámbito: las matemáticas, la metafísica, la gravitación, la termodinámica, la astronomía, los hombres, la historia de las ciencias, o la meteorología, sin concebirlo como un estudio semiótico...*” Así mismo, esta semiótica es comprendida como la ciencia que estudia los signos y se da por medio de los sistemas de comunicación, que para Peirce se dan en una relación triádica entre un objeto, un signo y un interpretante.

Surge entonces, la necesidad de comprender que se entiende por cada uno de estos tres elementos de la relación triádica objeto-signo-interpretante. En primer lugar, un objeto se considera como un elemento real de la naturaleza o un concepto que es interpretado mediante un signo por un sujeto (interpretante). En segundo lugar, el signo se puede definir como aquello que representa algo en algún aspecto para alguien, configurándose en la mente de los sujetos como una estructura y como un proceso. Sintetizando, un signo es una representación mental que se da en los sujetos y que porta un significado para los mismos quienes son los encargados de darle un significado determinado, Rincón (2001) comenta que los signos se pueden clasificar según:

- 1) El intérprete: se pueden dividir en Signos humanos como las palabras, la música o las señales de tránsito. Y en Signos no humanos como la danza de las abejas, el rugido de un león o el gruñido de un perro.
- 2) El ámbito: en el que se den se pueden dividir en Signos naturales provenientes de la naturaleza como el humo como efecto del fuego, la fiebre o una huella en el suelo. Y en Signos culturales que son producto de la creación cultural del hombre como las banderas, las palabras, las esculturas o las señales de tránsito.
- 3) La estructura: se pueden dividir en Signos verbales como las palabras y los Signos no verbales: como la música o los movimientos de las manos de los sordomudos.

Teniendo entonces una relación triádica entre el objeto, el signo y el representante se establece el triángulo semiótico, que muestra dicha relación de la siguiente forma y con las siguientes convenciones (Tseitlin & Galili, 2006).

Tabla 1. Relación triádica entre el objeto, signo y representante, tomada de Tseitlin & Galili (2006).

Signo (Símbolo - nombre)	Representa o simboliza el objeto o fenómeno
Denotatum (Objeto - fenómeno)	Es el objeto real o el fenómeno
Concepto	Define o explica el signo y además le da significado al denotatum

Así mismo, se puede encontrar un ejemplo del triángulo semiótico en la publicación de Stepanov (1971) utilizado para comprender el proceso para la representación de un signo tan común como lo es una “Pequeña Bola”.

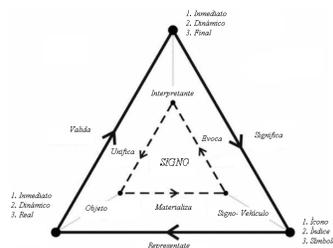
Figura1. Triángulo semiótico para el signo “Pequeña Bola”.



Fuente. Propia, adaptada de Stepanov (1971).

Sin embargo, es posible encontrar distintas formas de relacionar la triada Signo-Objeto-Representante mediante el mismo triángulo, para ello Sáenz & Kadunz (2016). plantean una forma diferente de utilizarlo:

Figura2. Mediación del Representante entre el Objeto y el Representante.



Fuente. Tomada de Sáenz & Kadunz (2016).

Metodología

Esta es una investigación cualitativa de orden exploratorio, en la cual se realiza un ejercicio de exploración de distintas plataformas que ofrecen simulaciones de acceso libre para la enseñanza de conceptos de Electricidad y Magnetismo, posteriormente, se realiza la caracterización de las propiedades de los entornos de trabajo, para luego, realizar la construcción de 5 triángulos semióticos de 5 simulaciones, esto, teniendo en cuenta los planteamientos de Tseitlin & Galili (2006) quienes enlazan los tres elementos de la semiótica (signo, representante, e interpretante) pero enfocado hacia las representaciones de conceptos físicos, obteniendo una relación que se puede expresar mediante la siguiente figura.

Figura3. Triángulo Semiótico.



Fuente. Tomada de Tseitlin & Galili (2006)

Resultados

A continuación, se muestran los triángulos semióticos construidos para las simulaciones encontradas en la enseñanza del Potencial Eléctrico, la Capacitancia, el Circuito R-C. y la Ley de Inducción de Faraday. En ellos se resalta el Objeto-fenómeno, Signo o representante y el Concepto del fenómeno y explicación del signo, que podrían ser útiles en la enseñanza.

Potencial Eléctrico

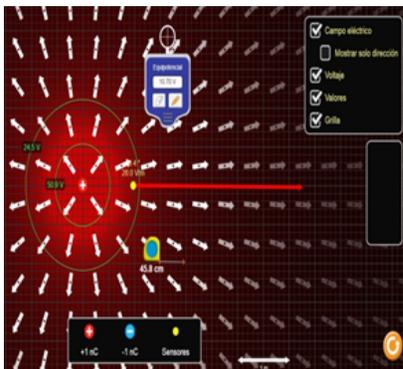
Objeto-fenómeno: Son cargas eléctricas puntuales positivas, negativas, cargas de prueba cuyo valor tiende a cero, vectores y líneas de campo eléctrico, también hay conceptos como las superficies equipotenciales que se pueden obtener para determinadas configuraciones de cargas y a unas determinadas distancias. Se abordan conceptos como el campo y el potencial eléctrico.

Signo o representante: Son las partículas que se muestran en la simulación, las partículas positivas, las partículas negativas, los sensores de campo eléctrico, la regla de medida, el objeto que dibuja las superficies equipotenciales.

Concepto del fenómeno y explicación del signo: Corresponde a que el campo eléctrico generado por una carga es directamente proporcional al valor de su carga, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la carga al punto donde se mida, es más intenso en cercanías a la carga eléctrica y disminuye si se aleja de ella. Así mismo se considera el potencial eléctrico como la energía potencial eléctrica por unidad de carga ($V=U/q$) siendo este potencial directamente proporcional a la carga eléctrica e inversamente proporcional a la distancia donde se mida el mismo. Los signos de la simulación representan cargas eléctricas y permiten evidenciar cómo al aumentar o disminuir determinado número y tipos de cargas eléctricas la intensidad de campo eléctrico y el potencial aumentan o disminuyen, así mismo

La simulación se puede encontrar en el enlace <https://phet.colorado.edu/en/simulation/charges-and-fields>, en la figura4 se puede observar el entorno de trabajo, encontrando los representantes y los valores de las variables que se pueden abordar, se puede evidenciar las líneas de campo eléctrico y las superficies equipotenciales dependiendo de la configuración de cargas dada y el conjunto de herramientas ofrecidas por la plataforma para realizar mediciones y posterior análisis de relación de variables. Así mismo se puede encontrar en el panel superior izquierdo las opciones para habilitar la visualización de las líneas de campo eléctrico, los valores del voltaje y una cuadrícula, se encuentra también la representación de objetos reales como el voltímetro y un metro de medida, por otro lado, en la parte inferior se encuentran cargas positivas y negativas con valores de 1nC cada una y sensores de campo que se pueden trasladar al escenario para encontrar la intensidad y dirección del campo eléctrico de punto donde se ubiquen.

Figura 4. Entorno de trabajo de la simulación escogida para trabajar el campo y el potencial eléctrico.



Fuente. Captura de pantalla tomada del simulador en el enlace <https://phet.colorado.edu/en/simulation/charges-and-fields>

Teniendo en cuenta las propiedades y el entorno de trabajo de la simulación escogida para abordar las temáticas relacionadas con los conceptos de campo eléctrico y potencial eléctrico se establece el siguiente triángulo semiótico.

Figura5. Triángulo semiótico para la simulación escogida para abordar y representar el campo y el potencial eléctrico.



Fuente. Propia

Capacitancia

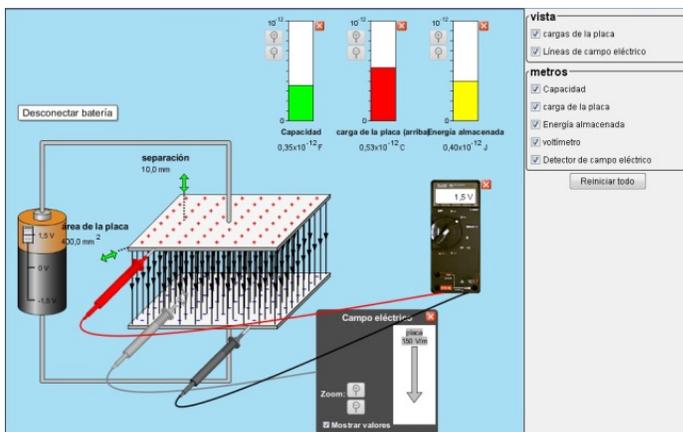
Objeto-fenómeno: Son placas paralelas con cargas positivas y negativas.

Signo o representante: Son el capacitor y las placas paralelas que se pueden cargar de él, son el conjunto de herramientas que permiten hacer las mediciones de la capacitancia y el potencial entre las placas.

Concepto del fenómeno y explicación del signo: Corresponde a que el concepto de capacitancia se trabaja como la razón entre la carga y el potencial, la capacitancia equivalente de un conjunto de capacitores acoplados en serie se determina mediante la expresión $1/C_{eq} = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3 + \dots$ la capacitancia equivalente de un conjunto de capacitores acoplados en paralelo se determina mediante la expresión $C_{eq} = C1 + C2 + C3 + \dots$ Así mismo la energía que almacena un capacitor es proporcional a la capacitancia y al cuadrado de la diferencia de potencial entre las placas. Los signos de la simulación representan las placas paralelas de un capacitor y muestran como la capacitancia aumenta o disminuye dependiendo de las configuraciones y propiedades que se le den al capacitor

La simulación se puede encontrar en el enlace <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/capacitor-lab>, en la figura6 se puede observar el entorno de trabajo de la simulación encontrando los representantes y los valores de las variables que se pueden abordar, se puede evidenciar como las placas del capacitor aumentan su carga y como se puede modificar sus propiedades, esta simulación tiene tres opciones de trabajo, una primer pestaña de la simulación permite encontrar la capacitancia de un solo capacitor dependiendo de la distancia de separación entre las placas entre valores de los 5mm y los 10 mm y el área de las mismas con valores entre los 100 y los 400 mm², en la simulación se puede encontrar la representación de objetos reales como una fuente de voltaje que se puede variar entre los -1,5V y los 1,5V, un voltímetro y un medidor de campo eléctrico, así mismo, permite activar y desactivar la visualización de elementos y magnitudes como las cargas entre las placas, las líneas de campo eléctrico, la capacitancia, la carga en cada placa, y la energía almacenada por el capacitor, otra pestaña en la simulación permite hacer un análisis de la capacitancia equivalente cuando se acoplan capacitores en serie y en paralelo con los elementos y representaciones mencionados anteriormente pero con acoples de 2 en serie, 3 en serie, 2 en paralelo, 3 en paralelo, 2 en serie y 1 en paralelo y 2 en paralelo y 1 en serie.

Figura6. Entorno de trabajo de la simulación escogida para trabajar el concepto de Capacitancia.



Fuente. Captura de pantalla tomada del simulador en el enlace <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/capacitor-lab>

Teniendo en cuenta las propiedades y el entorno de trabajo de la simulación escogida para abordar las temáticas relacionadas con la capacitancia y la relación de variables que se puede realizar de dicho concepto se establece el siguiente triángulo semiótico.

Figura7. Triángulo semiótico para la simulación escogida para abordar y representar la capacitancia y la capacitancia equivalente.



Circuito RC

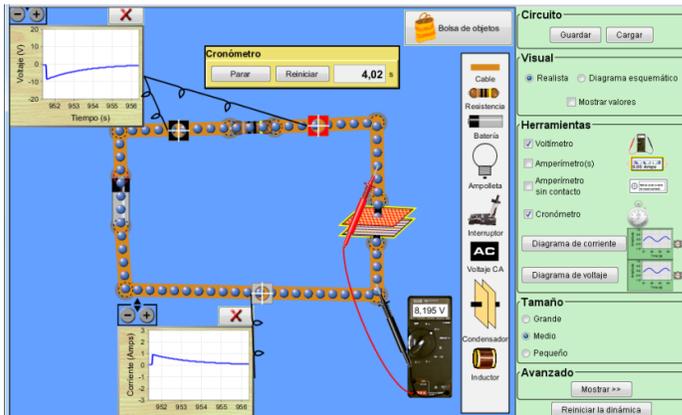
Objeto-fenómeno: Son una fuente de voltaje, un capacitor, el cable conductor, las placas paralelas del capacitor con cargas positivas y negativas, las cargas eléctricas en movimiento, un cronometro, el voltímetro y los graficadores de la variación de la carga y la corriente en el tiempo.

Signo o representante: Son todos los objetos mencionados en los objetos reales ya que estos son ofrecidos en las representaciones que ofrece la simulación.

Concepto del fenómeno y explicación del signo: Corresponde a que el concepto del proceso de carga de un condensador en un circuito R-C se da tal manera que exponencial y que en este proceso de carga la corriente también disminuye de manera exponencial.

La simulación se puede encontrar en el enlace <https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-ac>, en la figura8 se puede observar el entorno de trabajo de la simulación encontrando los representantes y los valores de las variables que se pueden abordar, se puede evidenciar un montaje experimental que corresponde a un montaje real para analizar el proceso de carga y descarga de un capacitor conectado en serie con una fuente de voltaje, así mismo es posible encontrar cables conductores, resistencias que pueden variar sus propiedades desde los 0 Ohmios hasta los 100 ohmios, baterías de corriente directa cuyos valores de voltaje van desde los 0V hasta los 100 V y resistencia interna desde los 0 hasta los 9 Ohmios, bombillas con resistencias internas desde los 0 hasta los 100 Ohmios, un interruptor, un generador de corriente alterna, capacitores con propiedades desde los 0,05F hasta los 0,2F y un inductor, por otro lado, en el panel derecho de la simulación es posible encontrar herramientas que permiten realizar montajes de circuitos eléctricos de forma gráfica y de forma esquemática, instrumentos de medida como Voltímetros, Amperímetros y Cronómetros, también es posible encontrar herramientas que permiten ver diagramas de corriente y de voltaje con unos paneles que permiten detener o reiniciar los circuitos construidos en el escenario de trabajo.

Figura 8. Entorno de trabajo de la simulación escogida para abordar el proceso de carga y descarga de un condensador en un circuito R-C.



Fuente. Captura de pantalla tomada del simulador en el enlace <https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-ac>

Teniendo en cuenta las propiedades y el entorno de trabajo de la simulación escogida para abordar las temáticas relacionadas con el proceso de carga y descarga de un capacitor en un circuito R-C y la relación de variables que se puede analizar del mismo se establece el siguiente triángulo semiótico.

Figura9. Triángulo semiótico para la simulación escogida para abordar y el proceso de carga y descarga de un capacitor en un circuito R-C.



Fuente. Propia

Ley de Inducción de Faraday

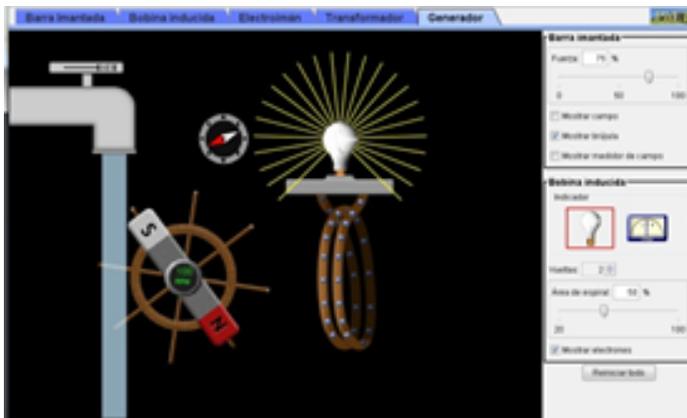
Objeto-fenómeno: Son los imanes, los electrones, bombillas, generadores de corriente alterna y corriente directa, bobinas y medidores de corriente eléctrica.

Signo o representante: Son las líneas de campo magnético, los electrones en movimiento, la luz que emite la bombilla, bobinas, imanes y la intensidad de campo magnético de ellos.

Concepto del fenómeno y explicación del signo: Corresponde a que el La f.e.m. inducida en una espira cerrada es igual al negativo de la tasa de cambio del flujo magnético a través de la espira con respecto al tiempo. Si dentro de la espira no hay variación del flujo magnético no se producirá una f.e.m. inducida, de igual forma.

La simulación se puede encontrar en el enlace <https://phet.colorado.edu/es/simulation/faraday>, en la figura10 se puede observar el entorno de trabajo de la simulación encontrando los representantes y los valores de las variables que se pueden abordar, se evidencian distintos escenarios de trabajo, el primero, es el escenario de la bobina inducida en él se puede apreciar un imán al cual se le puede variar la intensidad del campo magnético desde el 0% al 100% y se le puede invertir su polaridad, en el panel derecho se puede habilitar la muestra del campo magnético del imán, el medidor de campo y una brújula, también se puede reemplazar la bombilla conectada a la bobina por un medidor de corriente eléctrica y se puede variar el área de la bobina desde un 0% a un 100%, un segundo escenario, del transformador, permite aumentar o disminuir el número de vueltas de la bobina, finalmente, el tercer escenario es del generador en el cual se puede evidenciar una bombilla conectada a una bobina y que emite luz cuando un imán rota cerca de ella, en este escenario es posible encontrar todas la propiedades y mencionadas anteriormente.

Figura10. Entorno de trabajo de la simulación escogida para trabajar la Ley de Inducción de Faraday



Fuente. Captura de pantalla tomada del simulador en el <https://phet.colorado.edu/es/simulation/faraday>

Teniendo en cuenta las propiedades y el entorno de trabajo de la simulación escogida para abordar las temáticas relacionadas con la Ley de Inducción de Faraday se establece el siguiente triángulo semiótico.

Figura11. Triángulo semiótico para la simulación escogida para abordar y representar la Ley de Inducción de Faraday



Fuente. Propia

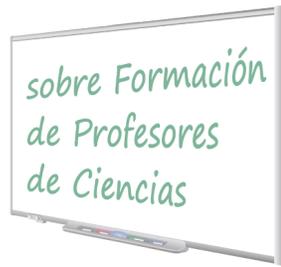
Conclusiones

En este artículo se hace una aproximación a la comprensión e importancia de las representaciones mediante laboratorios virtuales de objetos, material de laboratorio y cómo se da la representación mediante el uso de simulaciones en la enseñanza de conceptos de Electricidad y Magnetismo.

En la enseñanza de la física, es importante reconocer en un laboratorio virtual ¿Qué objetos reales representa? ¿Cómo lo representa? ¿Lo representa de forma acorde con los planteamientos y teorías científicas? Y si realmente permite reconocer y establecer a los estudiantes una adecuada relación de variables de los fenómenos cuestión de que después le permita al mismo tener claros conceptos y superar deficiencias académicas.

Referencias bibliográficas

- Amadeu, R. & Leal, J. (2013). *Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la física*. Revista Enseñanza de las Ciencias. 31 (3), 177-188
- Adams, W. Paulson, A. & Wieman, C. (2008). *What Levels of Guidance Promote Engaged Exploration with Interactive Simulations?*. AIP Conference Proceedings vol 1064 pp 59–62. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.3021273>
- Fredes, C. Hernández, J. & Díaz, D. (2012). *Potencial y Problemas de la Simulación en Ambientes Virtuales para el Aprendizaje*. Revista Formación Universitaria 5 (1), 45-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062012000100006>
- León, M. (2014). *La aplicación de la semiótica en las ciencias de la educación*. VARONA, Revista Científico-Metodológica. 59, 29-35
- Tamayo, O. (2006). *Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas*. Revista Educación y Pedagogía, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. XVIII, núm. 45, 37-49
- Paoli, A. (1985). *Comunicación e Información. Perspectivas Teóricas*. Ed. Trillas México.
- Peirce, Ch. S. (1932). *Collected Papers*, Cambridge. Cita tomada del libro de DUCROT, Oswald; Todorov, Tzvetan (1974). *Diccionario enciclopédico de las ciencias del lenguaje*. México: S. XXI Editorial.
- PhetColorado Simulations. (2021). Capacitor Lab. <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/capacitor-lab>
- PhetColorado Simulations. (2021). Charges and Fields Simulation. <https://phet.colorado.edu/en/simulation/charges-and-fields>
- PhetColorado Simulations. (2021). Circuit Construction Kit (AC+DC) Simulation. <https://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-ac>
- PhetColorado Simulations. Faraday Simulation. <https://phet.colorado.edu/es/simulation/faraday>
- Rincón, C. (2001). *Cursos de español como lengua materna. serie de television: bajo palabra. Unidad 1: Lenguaje y Semiótica*. Medellín. Antioquía.
- Sáenz, A. & Kadunz, G. (2016). *Semiotics as a Tool for Learning Mathematics How to Describe the Construction, Visualisation, and Communication of Mathematical Concepts*. Sense Publisher.



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

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

Stepanov, J. (1971). *Semiotika*, Nauka, Moskva (in Russian).

Tavares, D. Perkins, K. Kauzmann, M. & Aguirre, C. (2019). *Towards a teacher dashboard design for interactive simulations*. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1287 (2019) 012055. DOI: 10.1088/1742-6596/1287/1/012055

Tseitlin, M. & Gallii, I. (2006). *Science Teaching: What Does It Mean?*. Science & Education February 15, (5), 393–417.