



## UN MÓDULO CON SIMULACIONES INTERACTIVAS DIDÁCTICAS PARA LA COMPRESIÓN CONCEPTUAL DE UN MODELO FÍSICO EN UN TRABAJO DE LABORATORIO DE FÍSICA EN LA UNIVERSIDAD

*Module with interactive didactic simulations for the conceptual understanding of a physical model in a laboratory work of physics at university*

**José V. Ferreira B.** [ferreiraj@usb.ve]

*Departamento de Formación General y Ciencias Básicas,  
Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.*

**Ma. Maite Andrés Z.** [maitea2006@gmail.com]

*Departamento de Matemática y Física,  
UPEL- Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Venezuela.*

### Resumen

Este estudio busca construir un medio para facilitar el proceso inicial de análisis conceptual del problema experimental de un trabajo de laboratorio (TL) de Física (Fase I). En el contexto de un curso de laboratorio tradicional, donde solo hay espacio presencial para el trabajo propiamente experimental, por lo que se planteó la posibilidad de coadyuvar en la integración de los conocimientos teóricos asociados al problema y su propuesta de solución. Para tal fin se diseñó un Módulo con Simulaciones Interactivas Didácticas (MoSID) que seguía el Modelo de Aprendizaje en el Trabajo de Laboratorio en Física (MATLaF). Se ensayó con un grupo de estudiantes de la Universidad Simón Bolívar (USB) que cursaban Laboratorio. Entre los resultados destacan que los estudiantes en la post-prueba lograron expresar más ideas cercanas a las aceptadas por la ciencia que en la pre-prueba, lo cual permite considerar que la interacción con el MoSID contribuyó con la comprensión del modelo físico. Además, los estudiantes valoraron favorablemente la estrategia.

**Palabras-clave:** Campos Conceptuales; Simulaciones Interactivas Didácticas; Trabajo de Laboratorio; Modelos Físicos.

### Abstract

This study seeks to mediate in the initial process of the development of a laboratory work of Physics (Phase I), directed to the conceptual analysis of the experimental problem. In the context of a traditional laboratory course, where there is only face-to-face space for the actual experimental work, the possibility of assisting in the integration of theoretical knowledge associated with the problem and its proposed solution was raised; for this purpose, we designed a Module with Didactic Interactive Simulations (MoDIS) that followed the Learning Model in the Laboratory Work in Physics (LMLWP). It was tested with a group of students from the Universidad Simón Bolívar (USB) who attended the Laboratory. Among the results, the students in the post-test succeeded in expressing more ideas close to those accepted by science than in the initial test, which allows us to consider that the interaction with the MoDIS contributed to the understanding of the physical model. In addition, the students valued the strategy favorably.

**Keyword:** Conceptual Fields; Interactive Didactic Simulations; Laboratory Work; Physics Model.

## **INTRODUCCIÓN**

Generalmente, cuando se piensa en el desarrollo de los cursos de física a cualquier nivel educativo, al menos en Venezuela, surgen una serie de problemáticas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos de esta asignatura. Algunas de estas dificultades están relacionadas con el currículo, los recursos disponibles, la formación de los docentes, las estrategias utilizadas en la enseñanza o las estrategias de aprendizaje de los estudiantes. En los cursos de Laboratorio de Física es frecuente encontrar que solo se deja espacio presencial para las tareas propiamente experimentales (montaje del experimento -no siempre-, medición y registro de datos), siendo responsabilidad del estudiante las tareas previas y posteriores a ello. Estas actividades antes y después de la etapa de montaje y medición son fundamentales para que el TL tenga significado.

En el contexto de la Universidad Simón Bolívar (USB-sede del Litoral), los docentes de laboratorio observan pobres resultados en las evaluaciones cortas iniciales que se hacen con el fin de identificar cómo es el manejo conceptual de los estudiantes en relación a los modelos físicos requeridos por el problema de laboratorio y cómo lo relacionan con los procedimientos experimentales a ejecutar. Además, los docentes expresan que los estudiantes realizan el trabajo en el laboratorio con poco significado físico, lo cual se refleja en los reportes finales. Tal situación resulta en un aprendizaje más instrumental que teórico-experimental y da cuenta de un análisis conceptual previo al TL por parte de los estudiantes (si es que lo hacen) con poco impacto en el TL. Esta realidad también ha sido reportada en diversos estudios del área como los de López R. & Tamayo A. (2012), Domènech (2013) y Chávez & Andrés (2013).

Por otra parte, diversos estudios reportan los beneficios de estrategias mediadoras basadas en simulaciones con el fin de facilitar el proceso de la comprensión conceptual en los estudiantes (Amadeu & Leal, 2013; Ceberio G., Almuñi G., & Franco, 2016; Velasco & Buteler, 2016). En este trabajo presumimos que estas estrategias incorporadas en el desarrollo del trabajo de laboratorio, podrían ayudar a los estudiantes en el proceso de revisión y análisis conceptual asociado con el problema experimental.

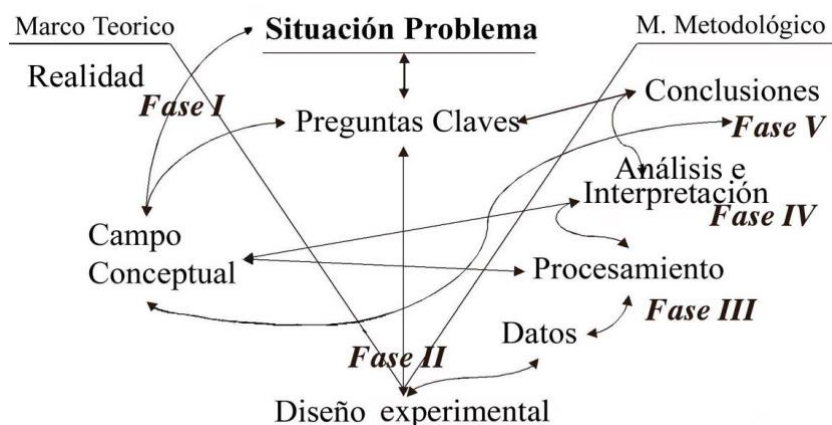
Por lo tanto, en el contexto de un curso de laboratorio de física tradicional a nivel universitario, para contribuir con la superación del problema planteado, se propuso el diseño e implementación de un Módulo con Simulaciones Interactivas Didácticas (MoSID), fundamentado en el Modelo de Aprendizaje en el Trabajo de Laboratorio en Física (MATLaF) (Andrés & otros, 2006) para que guiará la ejecución de la Fase I del trabajo experimental por parte de los estudiantes. El objetivo de este trabajo es entonces: Evaluar la efectividad de un Módulo con Simulaciones Interactivas Didácticas a distancia, para la comprensión conceptual de un modelo físico en un trabajo de laboratorio de física en estudiantes de la Universidad Simón Bolívar (USB-sede del Litoral) sede litoral.

## **MARCO REFERENCIAL**

### **El trabajo de laboratorio: una mirada desde una perspectiva epistemológica no estándar y la teoría de Campos Conceptuales**

En cuanto a la enseñanza de la física a través del trabajo de laboratorio con un enfoque alternativo a las tradicionales prácticas de laboratorio tipo receta consideramos dos referentes fundamentales. El primero referido a la visión epistemológica no estándar de la actividad experimental (Andrés & otros, 2006), desde la cual, a partir de situaciones problemas, se desglosa el proceso del trabajo de laboratorio en cinco (5) fases, cada una con metas y tareas propias. Este proceso es representado en la heurística de la V epistemológica de Gowin (Novak & Gowin, 1984) (Figura 1). El uso de esta herramienta como guía metacognitiva durante el trabajo de laboratorio ha resultado de valor para los estudiantes (Caraballo & Andrés, 2014; Knaggs & Schneider, 2012; Parisoto, Moreira & Dröse, 2014; entre otros)

El estudiante se encuentra ante una situación-problema descrita en la guía de laboratorio, a partir de la cual debe buscar un modelo teórico y los conceptos clave involucrados como una posible vía para su solución. En esta Fase I el estudiante elabora una fundamentación teórica referente al problema de laboratorio que le corresponde, es decir, identifica y organiza los elementos de la teoría relacionados con el problema y asociados con los procedimientos experimentales a seguir dentro del trabajo experimental, lo cual le permitirá plantearse las preguntas y los objetivos acordes para la contrastación con las hipótesis o alternativas de solución planteadas (o darle sentido). Así continúa con las tareas de las otras fases en un proceso teórico-metodológico, en muchos casos recursivo, no lineal.



**Figura 1.** Dinámica del desarrollo de un trabajo de laboratorio a partir de una situación problema, visto desde el quehacer científico con una perspectiva no estándar. Representación en V heurística de Gowin, Fases: I. Análisis conceptual del problema; II. Diseño experimental; III. Recolección y Evaluación de datos; IV. Transformación, Análisis e Interpretación de datos; V. Conclusiones y Divulgación. (Andrés & otros, 2006)

El segundo referente de la propuesta es el Modelo de Aprendizaje en el Trabajo de Laboratorio en Física (MATLaF) (ob. cit.) construido desde la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1990), que describe el proceso de desarrollo conceptual del estudiante en cada fase. Este modelo ha sido empleado en diversos estudios relacionados con el desarrollo de trabajos experimentales alternativos al tradicionales con resultados bastante favorables (Andrés & otros, 2007; Chavez & Andrés, 2013; Caraballo & Andrés, 2014).

En el contexto de la USB, este proceso de la Fase I lo hace el estudiante por su cuenta, no hay una actividad destinada para ello (presencial o propuesta para orientar el trabajo independiente). En consecuencia, se presume que la falta de significación de los estudiantes al trabajar en el laboratorio, tiene que ver con un deficiente (o inexistente) desarrollo de la fase I, ante lo que se planteó la siguiente pregunta, ¿Cómo se puede mediar el desarrollo de la fase I de manera autónoma por parte de los estudiantes?

Por otra parte, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) pueden resultar relevantes para facilitar el manejo de los modelos teóricos en relación con el trabajo experimental. Acompañar al estudiante durante la fase I con una intervención sistematizada a distancia, que pueda propiciar la interacción con otros compañeros de clase, pareciera ser una opción adecuada para responder la pregunta y alcanzar la meta.

En este sentido, los estudiantes de la Universidad USB donde se llevó a cabo el estudio, tienen acceso a una computadora, bien sea desde su casa o en las salas de informática dispuestas para el uso estudiantil. Sin embargo, los estudiantes no emplean este recurso para anticipar su preparación a las clases de laboratorio. Atribuimos esto a dos posibles razones, en primer lugar, por falta de orientación por parte del profesor en cuanto ¿a qué hacer? y, por otra parte, por falta de buenos hábitos de estudio. Se planteó entonces el siguiente supuesto: Si el estudiante realiza las tareas concernientes a la fase I, fuera del aula, sabiendo con un recurso de aprendizaje orientado según el MATLaF que lo ayude a procesar la información de: la guía de laboratorio, libros, internet u otro tipo de material, de manera eficiente y eficaz, pudiera mejorar su comprensión conceptual previa y durante el desarrollo del laboratorio de física.

En función de lo anterior, en este trabajo nos abocamos a encontrar una respuesta sobre ¿Cómo contribuye la implementación de un Módulo con Simulaciones Interactivas Didácticas para la comprensión conceptual de un modelo físico en un trabajo de laboratorio de física en un curso de la USB (sede litoral)?

## METODOLOGÍA

Para evaluar la hipótesis de trabajo, es decir, la solución al problema de investigación planteada, se llevó a cabo un estudio de casos, con los estudiantes de una sección del curso: *Laboratorio de Física* de la universidad, USB-sede del Litoral. Al respecto, según Del Río (2013) esta modalidad de investigación tiene como propósito describir y analizar a profundidad el comportamiento de un sujeto o de un grupo, para tratar de explicar un fenómeno social o educativo.

De esta forma, el grupo interactuó con el Modulo con Simulaciones Interactivas Didácticas (MoSID), diseñado días antes a la sesión de clase en la que se haría el trabajo de laboratorio con su profesor, la implementación se llevó a cabo en una sala de computación de la universidad para poder observar el proceso. Asimismo, los estudiantes realizaron una prueba antes y otra después de la intervención con el propósito de comparar y evaluar su aprendizaje.

Al momento de este trabajo se tenían cuatro secciones en la asignatura, con un promedio de 9 estudiantes cada una y una edad promedio de 19 años (en su mayoría varones) que provienen de las carreras cortas Tecnología Mecánica, Mantenimiento Aeronáutico, Electricidad y Electrónica (duración de nueve trimestres). El curso se ubica en el tercer trimestre, algunos estudiantes estaban repitiendo.

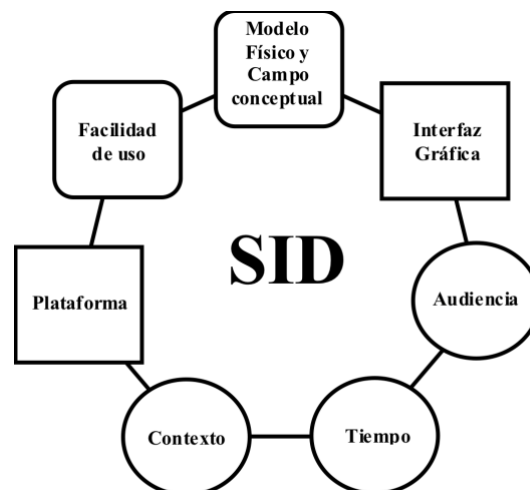
### Modulo con Simulaciones Interactivas Didácticas (MoSID)

En este trabajo, el modelo (MATLaF) (Andrés & otros, 2006) permitió el diseño de una secuencia de actividades en ciclos de aprendizaje, cuyo conjunto constituye el MoSID. Para el diseño del módulo se estableció un conjunto de siete elementos a considerar (figura 2).

**Modelo Físico y campo conceptual:** Uno de los elementos importantes que componen el trabajo de laboratorio es la de hacer explícito el modelo físico, ya que cada situación-problema que se aborde en el laboratorio tiene subyacente un modelo físico. Con ello se podrá determinar las variables y relaciones involucradas en las simulaciones, en relación con la o las situaciones del campo conceptual.

El modelo físico es una construcción ideal, convenida de tal manera que da explicación y descripción a fenómenos (naturales o producidos), a través de expresiones matemáticas, la cual tiene como referente teorías aceptadas por la comunidad científica. Es un puente entre la teoría y la realidad, y resalta aquellos aspectos fundamentales que caracterizan al fenómeno de interés, desde los cuales se establecerán las hipótesis experimentales.

**Interfaz Gráfica:** Lo primero que se encuentra el usuario al ejecutar una SID, según Granollers y otros (2011) es una interfaz, es lo que permite el contacto entre las personas y las computadoras, para el intercambio de información, órdenes y datos, lo cual puede generar diversas reacciones y emociones en las personas. Es aquí donde se toman en cuenta los detalles de presentación de la SID, tales como: tamaño y tipo de la letra, cantidad de palabras, combinaciones de colores entre fondo, letras e imágenes. Una interfaz gráfica mal diseñada puede crear distracción, fastidio o rechazo en el usuario, dificultando que se logren los objetivos planteados.



**Figura 2.** Elementos considerados para la elaboración de un Módulo con Simulaciones Interactivas Didácticas. Las diferentes formas representan, distintos niveles de desarrollo de una SID.

**Facilidad de uso:** Para Montero et al (2011) esto es la característica de una aplicación que hace que ésta sea fácil de aprender a usar y que permite a sus usuarios realizar sus tareas de una manera eficiente, efectiva y con un alto grado de satisfacción. En una SID el usuario, al seguir un guion preestablecido por el diseñador, las instrucciones, los botones, los menús y todo elemento que genere una acción, debe ser de fácil acceso y de rápida ejecución. Además, hay que tomar en cuenta que el usuario

puede ejecutar una acción no prevista, por ello se deben colocar elementos para que él pueda revertir esa acción y seguir con lo estipulado.

**Plataforma:** Se refiere a cualquier programa o lenguaje programación utilizado para diseñar y elaborar una SID, su selección depende del diseñador y la disponibilidad de recursos para su adquisición o uso. Se recomienda que el diseñador utilice la plataforma que más domine tomando en cuenta los demás criterios para la elaboración de una SID y que tome en cuenta los derechos de autor.

**Contexto:** Corresponde al lugar en donde el usuario va a ejecutar la SID, por eso el diseñador debe incorporar elementos de portabilidad, es decir, que la SID pueda ejecutarse tanto en el aula de clase como fuera de ella, para esto la SID debe ser compatible con la mayor cantidad de sistemas operativos posible y que el tamaño que ocupe en el dispositivo de almacenamiento permita su rápida ejecución o transferencia.

**Audiencia:** Son las características del público a quien va dirigida la SID, es decir, que nivel educativo, edad, dominio de las herramientas informáticas, incluso si posee alguna discapacidad.

**Tiempo:** Es el tiempo utilizado por el usuario para la ejecución de la SID, está muy relacionado con el contexto y la audiencia. Si la SID va a ser utilizada en el aula de clase, el docente debe tomar en cuenta su duración para insertarla en su plan. Si será implementada a distancia, hay que evaluar previamente el tiempo que el usuario requiere para ejecutar la SID sin llegar a distraerse, aburrirse o rechazarla.

Una vez considerados los criterios anteriores para la elaboración de un MoSID, se procedió a la construcción de las simulaciones interactivas didácticas (SID), para esto se empleó el programa Adobe® Flash®, que permite cumplir con el nivel de facilidad de uso, interfaz gráfica y compatibilidad con los sistemas operativos, idóneos para que la estrategia alcance los objetivos planteados.

Cada SID está incorporada en un *ciclo de aprendizaje* que inicia la interactividad con: i) el *planteamiento problema* y una *interrogante*, esta debe ser discutida en pareja y, ii) *respondida* de forma escrita por cada uno antes de avanzar; iii) aparece la respuesta a la interrogante anterior en pantalla para que los estudiantes pudieran contrastar con la de ellos y debatir, acompañada de una imagen, animación o *simulación*, y iv) se presentan elementos que *explican* la situación inicial.

En la elaboración del MoSID para el Trabajo de laboratorio referido a un problema que requiere del modelo de Campo Eléctrico, se utilizaron siete (7) situaciones, que se corresponden con el campo conceptual elaborado a partir del modelo de CE. Se agregó un ciclo en la última situación referida al montaje experimental. Cada una de estas situaciones puede contener más de un ciclo, lo cual depende de los elementos que componen cada situación. A continuación, se presenta la secuencia de situaciones dentro del módulo evaluado en esta investigación (Figura 3). En el Anexo A se muestran las pantallas de la primera y segunda Situación del módulo.

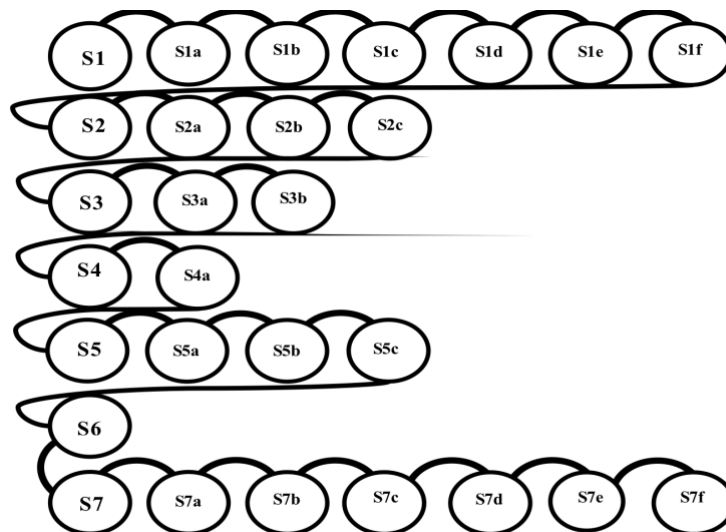


Figura 3. Secuencia de situaciones del MoSID.

Cabe destacar, que en la situación 6 se utilizó una simulación perteneciente al sistema **Phet**<sup>1</sup> desarrollada por un grupo de la Universidad de Colorado (2012), titulada *Cargas y Campos*, seleccionada por su relevancia para el CC, la licencia de uso Creative Commons Attribution (**CC-BY**) y factibilidad de ejecutarla sin conexión a internet.

Al final del módulo se incorporaron tres (3) preguntas que cada estudiante debía responder y copiar en su cuaderno, para utilizarlas durante la realización del trabajo práctico de laboratorio y así integrar los aspectos relevantes de la teoría con el procedimiento experimental.

### **Un Campo Conceptual para el Modelo Físico del Trabajo de Laboratorio**

Para la descripción conceptual del modelo físico asociado al problema de laboratorio específico (Campo Eléctrico) se construyó un Campo Conceptual, CC, (desde la ciencia); se tomaron en consideración algunas de las dificultades de aprendizaje identificadas con dicho concepto (Llancaqueo, 2006; Alzugaray, Massa, & Moreira, 2014; Serrano & Catalán, 2014). El CC incluye nueve situaciones con las respectivas relaciones, ecuaciones e imágenes. Este CC constituye el referente teórico para analizar los invariantes operatorios de los estudiantes inferidos de la prueba y diseñar la secuencia del MoSID.

El modelo de Campo Eléctrico, CE, parte del concepto de carga eléctrica, la cual al estar presente en un lugar del espacio modifica las propiedades físicas del mismo, lo que se conoce como región de campo eléctrico; en este espacio se estudian las interacciones eléctricas entre configuraciones de carga estáticas. Las expresiones que representan este modelo representan un caso particular de la teoría electromagnética denominado electrostática, debido a la condición estática de las cargas eléctricas.

El CE no es una entidad observable, para evidenciarlo se requiere colocar otra carga eléctrica (Prueba) y "observar" los efectos que se producen sobre esta, considerando que en algún lugar del espacio hay una carga eléctrica (Fuente) que genera el campo. Las propiedades del campo eléctrico en una región se pueden representar, al menos de modos: vectorial (analítica o geométrica) y gráfica a partir de líneas de campo eléctrico.

El CE como campo vectorial implica considerar su magnitud (intensidad de campo eléctrico), dirección y sentido para representarlo en cada posición del espacio. La magnitud del CE en un punto del espacio viene dada por la relación directa entre el producto del valor de la carga eléctrica de prueba y el inverso de la distancia que separa la posición de esta carga de punto de interés; esta relación va acompañada por un vector unitario que indica la dirección y el sentido del CE, los cuales son los mismos que los de la fuerza eléctrica que actúa sobre la carga de prueba. Los vectores CE al igual de los vectores de fuerza eléctrica sobre una carga, cumplen con el principio de superposición. Por otra parte, este vector también puede ser representado geoméricamente en el espacio y observar cómo cambia este vector según su distancia con respecto a la carga eléctrica fuente.

La representación mediante líneas de campo eléctrico resulta útil para dar cuenta descriptiva de sus propiedades y del signo de las cargas presentes en una región del espacio. Las líneas de campo eléctrico siempre salen desde las cargas eléctricas positivas y llegan a las cargas negativas. La cantidad de líneas de campo eléctrico que se encuentren en un volumen de la región determinada es un indicador de la intensidad del campo eléctrico en esa región.

Por último, dada que los campos electrostáticos tienen la propiedad de ser conservativos se puede establecer una relación entre este campo y el potencial eléctrico medido en un punto de la región de campo eléctrico; así, podemos evaluar el campo eléctrico en una región al medir el valor del potencial asociado. El potencial eléctrico es una magnitud escalar que se determina a partir de la relación entre la cantidad de trabajo necesario realizar para llevar una carga eléctrica de un punto a otro del espacio y el valor de la carga. En posiciones equidistantes a un punto de referencia en una región de campo electrostático, se identifican superficies que tienen el mismo potencial eléctrico, a las que se denominan equipotenciales.

El CC construido en relación al CE para el nivel de los estudiantes incluyó nueve (9) Situaciones Problema, organizadas con progresiva complejidad conceptual. En el Cuadro 1 se muestra la descripción de dos de las situaciones.

---

<sup>1</sup>Universidad de Colorado (2012). PhET. Simulación *Cargas y Campos* (versión del año 2012). Disponible en <http://phet.colorado.edu>

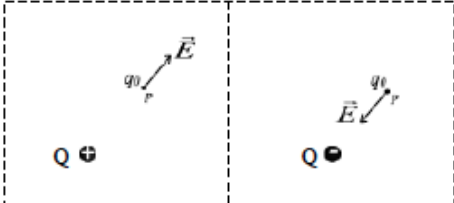
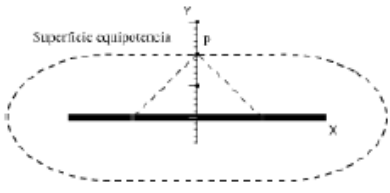


### Instrumentos y Técnicas de Recolección de Datos

Un mes antes del ensayo, a los estudiantes de dos secciones (N:15) se les aplicó un cuestionario para conocer acerca de sus experiencias previas con actividades de laboratorio, el cual estuvo conformado por dieciséis preguntas abiertas.

A efecto del ensayo del MoSID, se diseñó una pre-post prueba (Anexo B) para identificar los significados que activaban los estudiantes sobre el modelo de Campo Eléctrico; la prueba tenía nueve (9) preguntas que corresponden a cuatro situaciones del CC. Las respuestas fueron analizadas desde el CC. La pre-prueba se le presentó a los estudiantes de una sección que aceptó participar en el ensayo cuyo docente no era el investigador; la post-prueba se le presentó a los estudiantes que siguieron el curso (N: 4). Todos los instrumentos fueron validados en su contenido y forma, por tres profesores de la asignatura con estudios de cuarto nivel, lo que permitió su ajuste final.

**Cuadro 1.** Descripción de la Situación 1 y la Situación 6 del Campo Conceptual construido, desde la Ciencia, para el modelo de Campo Eléctrico en el contexto de un Trabajo de Laboratorio, a nivel introductorio de la universidad.

Situaciones	Conjunto de Conocimientos Conceptos y Teoremas	Representaciones
1. Conocer las características del vector campo eléctrico en un punto P, ubicado a una distancia r de una carga eléctrica Q.	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Para conocer las propiedades del campo eléctrico en un punto dado de una región del espacio debido a una carga eléctrica (fuente), se debe colocar una carga eléctrica de prueba.</li> <li>□ Las características de la carga eléctrica de prueba <math>q_0</math> son: no posee masa, su carga eléctrica se considera de signo positivo.</li> <li>□ La dirección del vector campo eléctrico en un punto P, ubicado a una distancia r de una carga eléctrica Q, sigue la dirección de la línea recta que separa a la carga fuente de la carga de prueba.</li> <li>□ Cuando la carga eléctrica (fuente) es positiva, el sentido del vector campo eléctrico es repulsivo.</li> <li>□ Cuando la carga eléctrica (fuente) es negativa, el sentido del vector campo eléctrico es atractivo.</li> </ul>	$\vec{E} = K \frac{q_0}{r^2} \vec{r}$ 
6. ¿Qué se obtiene si se trazan líneas uniendo los puntos que están a igual potencial eléctrico?	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Si se unen las posiciones del espacio que se encuentran a igual potencial eléctrico, se obtienen lo que se denomina superficies equipotenciales.</li> <li>□ Las superficies equipotenciales son paralelas entre si y a su vez perpendiculares a las líneas de campo eléctrico.</li> </ul>	

A efecto del ensayo del MoSID, se diseñó una pre-post prueba (Anexo B) para identificar los significados que activaban los estudiantes sobre el modelo de Campo Eléctrico; la prueba tenía nueve (9) preguntas que corresponden a cuatro situaciones del CC. Las respuestas fueron analizadas desde el CC. La pre-prueba se le presentó a los estudiantes de una sección que aceptó participar en el ensayo cuyo docente no era el investigador; la post-prueba se le presentó a los estudiantes que siguieron el curso (N: 4). Todos los instrumentos fueron validados en su contenido y forma, por tres profesores de la asignatura con estudios de cuarto nivel, lo que permitió su ajuste final.

El ensayo se llevó a cabo en una sala de informática de la universidad donde los estudiantes fueron convocados a asistir a una sesión libre y voluntaria, donde interactuarían con el modulo para trabajar sobre el análisis teórico del trabajo de laboratorio que harían a la semana siguiente. Ellos interactuaron con el MoSID en parejas, el investigador estaba en la sala como observador del proceso de interacción social en

los grupos, y resolver los problemas operativos que surgieran con el sistema. El tiempo total para ejecutar el modulo resultó de 45'.

Por último, se realizó un cuestionario dirigido a los estudiantes que interactuaron con el MoSID, para conocer como percibieron la experiencia vivida durante su interacción tanto con el modulo en interacción con su compañero, el cual constaba de diez preguntas abiertas. Adicionalmente, se realizó una entrevista al docente del grupo de ensayo, con siete cuestiones referidas a su observación del grupo antes y después de aplicado el MoSID.

## **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

En este artículo nos centraremos en los resultados de la pre y post-prueba presentada a los estudiantes que trabajaron con el MoSID<sup>2</sup>. Sin embargo, comentaremos de manera concisa sobre el resultado en el cuestionario inicial acerca de su experiencia con laboratorios de física. En primer lugar, se observó que casi todos los estudiantes se encontraban cursando por primera vez laboratorio de física, además algunos no habían realizado TL en la educación media. En segundo lugar, el tipo de estrategia utilizada por los docentes en las clases de física en el bachillerato, se centraba en la resolución de ejercicios, incluso en las horas destinadas al laboratorio. En tercer lugar, los estudiantes consideran que hay poca relación entre la teoría y el trabajo de laboratorio de física. En consecuencia, los resultados del cuestionario muestran que las condiciones de entrada de los estudiantes al curso de laboratorio son pobres en relación a lo que se esperaría para un buen desempeño, principalmente al momento de hacer el análisis conceptual sobre situaciones novedosas o con cierta complejidad.

### **Respuestas y análisis de las pruebas aplicadas antes y después de la intervención**

La sección de estudiantes que participó en el ensayo, tenía al inicio del trimestre siete (7) estudiantes, de los cuales no siguieron tres (3). Los resultados que presentamos corresponden a los cuatro (4) estudiantes que culminaron. A fin de no comprometer su identidad utilizamos seudónimos.

El análisis de contenido de las respuestas dadas a las preguntas y sus respectivas argumentaciones, antes y después del ensayo, se efectuó por estudiante. Luego, se estableció una categoría de respuestas en función de la proximidad que las mismas tenía respecto de las ideas de la ciencia descritas en el CC. Los resultados se muestran en el Cuadro 2 y Figura 4.

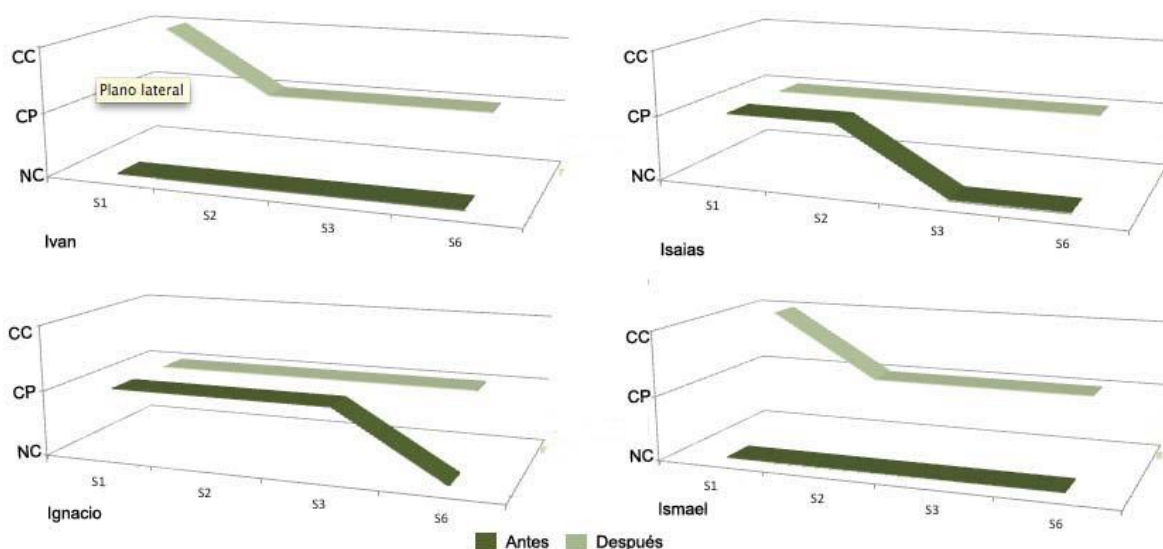
Estos resultados muestran que antes de trabajar con el MoSID, su ejecución ante las preguntas referidas al modelo físico era pobre. Ismael e Iván en ninguna de las preguntas su respuesta se aproximó al CC; Isaías se aproximó a las ideas de la ciencia en solo dos situaciones; por último, Ignacio se aproximó a las ideas de la ciencia en tres situaciones. La situación 6 referida a superficies equipotenciales y su relación con el Campo Eléctrico en la región fue la que presentó mayor dificultad para todos.

Después de interactuar con el MoSID, los cuatro estudiantes en la post-prueba mejoraron ante las preguntas propuestas. Ismael e Iván que respondieron inadecuadamente en la prueba inicial, evidenciaron el mayor avance al final. Isaías, aunque argumentó las respuestas de manera consistente no logra coherencia total con el campo conceptual. Ignacio fue el que mantuvo menor cambio, manteniendo la mayoría de sus argumentos con falta de correspondencia con el CC.

---

<sup>2</sup> El trabajo completo se enmarca en una tesis de maestría (Ferreira, 2014)





Legenda: CC: Invariantes Operatorios que concuerdan con el campo conceptual; CP: Invariantes Operatorios que concuerdan parcialmente con el campo conceptual; NC: Invariantes Operatorios que no concuerdan con el campo conceptual

**Figura 4.** Comparación de la síntesis de respuestas categorizadas en el pre (Antes) y post (Después) prueba, de los cuatro estudiantes que usaron el módulo MoSID antes de la actividad experimental.

**Cuadro 2.** Respuestas de los estudiantes según categorías, antes y después de la intervención.

Situación del CC	Estudiante (Antes)				Total			Estudiante (Después)				Total		
	Ignacio	Isaías	Ismael	Iván	C	C	N	Ignacio	Isaías	Ismael	Iván	C	C	N
1	CP	CP	NC	NC	0	2	2	CP	CP	CC	CC	2	2	0
2	CP	CP	NC	NC	0	2	2	CP	CP	CP	CP	0	4	0
3	CP	NC	NC	NC	0	1	3	CP	CP	CP	CP	0	4	0
6	NC	NC	NC	NC	0	0	4	CP	CP	CP	CP	0	4	0

**Categorías:** CC: Invariantes Operatorios que concuerdan con el campo conceptual.

CP: Invariantes Operatorios que concuerdan parcialmente con el campo conceptual.

NC: Invariantes Operatorios que no concuerdan con el campo conceptual.

En el Cuadro 3 se muestra la síntesis del análisis de contenido de las respuestas del grupo ante las preguntas referidas a las situaciones del campo conceptual, antes y después de la intervención. Los resultados de la prueba inicial ponen en evidencia que tenían poca comprensión conceptual sobre Campo Eléctrico, lo que les dificultó la solución de los problemas planteados. La interacción con el MoSID logró activar sus significados sobre el tema, aunque consideramos que no fue suficiente para abordar el TL con significado. Se esperaban mejores resultados después de trabajar con el módulo, dado que los estudiantes habían abordado ese tema y aprobado la prueba en el curso de teoría.

Los resultados del cuestionario final relacionado con la percepción de los estudiantes respecto de la interacción con el MoSID nos señalan que ellos consideraron que el módulo los ayudó a mejorar el desempeño en la prueba corta que realiza el profesor al inicio del laboratorio y, además, en el trabajo experimental. Los estudiantes valoraron la actividad con el MoSID y la interacción con el compañero.

Para finalizar esta sección, reportamos que el docente del curso en la entrevista confirma que los estudiantes mejoraron en su desempeño en la prueba corta que aplica al inicio; aunque observó mejoría durante la ejecución del TL, siguen presentando dificultades para asociar el modelo teórico y los procedimientos experimentales durante el TL (Fase II y Fase III). Cabe destacar que el docente no notó mejoría en los informes de TL de los estudiantes, en particular, en el análisis de los resultados experimentales. Esto nos lleva a pensar en la necesidad de diseñar estrategias para ayudar a los estudiantes en las fases III y IV del trabajo de laboratorio.

**Cuadro 3.** Análisis de contenido de las respuestas de los estudiantes por Situación, antes y después del ensayo con el MoSID.

<b>Pre-prueba</b>	
<b>Situación 1</b>	Señalaban que el campo eléctrico se relaciona con el inverso cuadrado de la distancia o con el inverso de la distancia y el producto de ambas cargas (fuente y prueba). Pareciera que no discriminaban entre fuerza de interacción y el campo eléctrico.
<b>Situación 2</b>	En esta situación solo 2 de 4 escribieron algunas adecuadas sobre las características de las líneas de campo eléctrico, pero mostraron incongruencias o confusiones entre líneas de campo y vector campo, o entre líneas de fuerza y de campo eléctrico. No mostraron expresiones en cuanto al significado de la densidad de líneas de campo.
<b>Situación 3</b>	Sólo uno de los estudiantes expresó argumentos cercanos al principio de superposición. Encontramos que confunden campo eléctrico con fuerza eléctrica.
<b>Situación 6</b>	Las respuestas dieron cuenta de poco conocimiento sobre la situación.
<b>Post-prueba</b>	
<b>Situación 1</b>	Dos estudiantes expresaron adecuadamente que el campo eléctrico se relacionaba con la carga de prueba y el inverso del cuadrado de la distancia, incluyendo su dirección y sentido. Los otros continuaban con argumento incompletos.
<b>Situación 2</b>	Todos expresaron argumentos en los que describían las propiedades de las líneas de campo eléctrico, tanto generadas por una carga puntual como en distribuciones continuas de cargas. Algunos relacionaban la densidad de líneas de campo eléctrico con la magnitud de la carga eléctrica y la intensidad del campo eléctrico en una región del espacio. En general, sus argumentos se acercaron más al campo conceptual.
<b>Situación 3</b>	Los resultados muestran que lograron expresar respuesta y argumentos válidos para la superposición de vectores campo eléctrico.
<b>Situación 6</b>	Todos los estudiantes expresaron ideas válidas que relacionan el campo eléctrico con la diferencia de potencial, y acerca de las superficies equipotenciales, aunque no completamente.

## CONCLUSIONES

Dada el carácter cualitativo de los datos y que el número de casos analizados fue cuatro, no se pretende generalizar las conclusiones. En tal sentido, en la pre-prueba los resultados confirman que aun cuando en algunas preguntas los estudiantes seleccionaran opciones que se asocian con el modelo físico, los argumentos correspondientes a sus respuestas resultaron contradictorios, inconsistentes o solo eran la transcripción de la expresión matemática del modelo físico, lo que hace presumir que el aprendizaje logrado en la asignatura teórica fue básicamente operacional. Asimismo, el estudio evidenció que las dificultades para resolver las cuestiones teóricas en la prueba inicial fueron mayores a las condiciones iniciales que se supusieron para el diseño del MoSID.

Por otra parte, en la post-prueba se puede decir que los estudiantes tuvieron un avance en cuanto a la aproximación de sus invariantes operatorios acerca del campo conceptual descrito desde la ciencia, aunque, no fue suficiente para abordar el TL con sentido. Desde el modelo de aprendizaje MATLaF asumido en este estudio, entendemos que el TL tiene como finalidad: "... en el laboratorio predomina el aprendizaje del dominio metodológico en interrelación indisoluble con algún marco teórico de referencia asociado a la situación planteada." (p. 9; Andrés & otros, 2006); en consecuencia, aun cuando esta interrelación teoría-experimento les permite a los estudiantes continuar con el aprendizaje sobre el contenido teórico del problema, su desarrollo conceptual tiene que ser facilitado de manera intencional en otros ambientes de aprendizaje previos. Por ello, el MoSID fue diseñado para ayudar a que movilicen los significados que se supone han sido aprendidos en cursos previos y los relacionen con el proceso del laboratorio; desde este marco consideramos que el estudio dio evidencias de que el recurso mediador implementado es efectivo.

La experiencia docente y diversos estudios previos desde este mismo referencial teórico ratifican que la base conceptual que logran muchos estudiantes en los cursos teóricos no está suficientemente anclada en su estructura conceptual, con lo cual tienen dificultad al momento de relacionar los modelos teóricos con el TL, sobre todo en las fases experimentales I y IV (Chávez & Andrés, 2013; Caraballo &

Andrés, 2014). Una posible causa de lo anterior puede estar relacionada con la forma mecánica en que aprenden los conceptos en las clases teóricas.

A nivel universitario, a pesar de las tendencias en enseñanza de las ciencias que derivan de la investigación, encontramos que muchos docentes siguen adoptando la clase trasmisora como casi la única estrategia para enseñar el conocimiento de la disciplina. Un problema fundamental de ello radica en que, por lo general, el estudiante se convierte en un receptor pasivo de información, quedando por su cuenta las acciones requeridas para procesarla y convertirla en su propio conocimiento. Los conceptos son estudiados para la resolución de ejercicios, es decir, el estudiante se centra en dominar el modelo teórico solamente desde lo operacional sin significado. Terminando en un aprendizaje memorístico que les resulta suficiente para aprobar los cursos (Moreira, 2014). Desde la teoría de campos conceptuales, el desarrollo conceptual implica un inseparable trabajo entre significados, operaciones y representaciones, ante problemas. En este estudio los resultados de la prueba inicial parecen dar cuenta de un aprendizaje memorístico previo sobre el tema abordado, ello, aunado a la opinión de los docentes de laboratorio, hace necesario pensar en la introducción de cambios en el proceso didáctico de los cursos teóricos de física en la universidad.

Además, en los cursos de laboratorio de física encontramos que el docente considera que las orientaciones de la guía de laboratorio centradas en “refrescar” los conceptos relacionados con la práctica correspondiente, son suficientes. La realidad muestra que el estudiante en el TL se limita a seguir procedimientos experimentales (instrucciones) y esperar que los resultados obtenidos concuerden con los cálculos realizados a partir de expresiones operacionales, logrando poca o ninguna asociación con los significados de los modelos teóricos; la revisión que hacen de la teoría no les resulta relevante, probablemente porque su aprendizaje previo sobre el tema resultó poco significativo. En el caso de este estudio, se agrega la poca experiencia previa de los estudiantes en relación con las actividades del laboratorio de física, con lo cual este curso fue su primer encuentro con actividades experimentales.

Por otra parte, el MoSID resultó ser una estrategia valorada y con efecto motivador para los estudiantes. Igualmente, el docente del curso en ensayo reportó mejor desempeño de los estudiantes al realizar la prueba corta inicial; aunque durante la práctica y en los informes, observó que se mantenía la desconexión entre la teoría y la práctica. Esto es explicable desde el modelo MATLaF, ya que el proceso de desarrollo conceptual teórico, metodológico y epistemológico ocurre de manera progresiva y a largo plazo, es decir, no es suficiente intervenir en la fase I de un solo TL; sería necesario, mediar al menos esta fase en todos los TL del curso. Como lo expresó uno de los estudiantes: *“ojalá que esto (interactuar con el MoSID) se hiciera en todas las prácticas de laboratorio”*.

En síntesis, el haber colocado a los estudiantes frente a una secuencia de situaciones referidas al concepto a través de un recurso (MoSID) que mediaba su aprendizaje siguiendo ciclos derivados del modelo MATLaF, permitió que ellos ejecutaran la Fase I del proceso de laboratorio con mayor éxito, según lo evidencia el desempeño en la post-prueba del estudio y lo indicado por el docente sobre la prueba corta. Por lo tanto, consideramos que la implementación del MoSID resultó aceptablemente favorable para lograr incrementar la comprensión de los conceptos relacionados con el modelo de campo eléctrico y requeridos para la ejecución de la práctica de laboratorio.

En general pensamos que, si los estudiantes culminan los cursos de física teórica con un aprendizaje significativo, estrategias como el MoSID pueden resultar adecuadas para que, de manera independiente, los estudiantes realicen el análisis conceptual asociado al problema de laboratorio, y puedan darle al trabajo propiamente experimental sentido y significado físico.

Un módulo con las características y referentes del MoSID, puede contribuir significativamente con la enseñanza de la física, incluso en otros ambientes de aprendizaje de la física como la clase teórica. En tal sentido, es importante sintetizar aspectos a tomar en cuenta en su diseño:

- Las situaciones a incorporar en el módulo, en relación con un campo conceptual elaborado a partir del modelo teórico;
- Diseñar los ciclos de aprendizaje según lo derivado del MATLaF para cada situación, incorporando imágenes, animaciones y/o simulaciones propias o de terceros;
- Tener presente la funcionalidad, lugar y hora en que los estudiantes pudieran acceder al mismo;
- Incorporar preguntas adicionales, cuya respuesta pueda ser inferida o contrastada durante la realización de la práctica de laboratorio.

Ratificamos que, aún en el contexto de laboratorios estructurados como es el caso de la universidad de este estudio, el uso de la V epistemológica descrita en este trabajo como herramienta heurística, con las fases del trabajo de laboratorio, ayudaría a integrar los aspectos relevantes de la teoría con los procedimientos experimentales y la construcción progresiva de una visión actual acerca de la actividad experimental en la ciencia.

### **Agradecimientos**

Agradecemos la participación y colaboración de los estudiantes de la USB-Núcleo Litoral que hicieron posible este estudio, y al docente del curso de Laboratorio por su apertura, información y apoyo.

### **REFERENCIAS**

- Alzugaray, G. E., Massa, M. B., & Moreira, M. A. (2014). La potencialidad de las simulaciones de campo eléctrico desde la perspectiva de la teoría de los campos conceptuales de vergnaud. *Latin American Journal of Physics Education*, 8(1), 91-99. Recuperado de [http://www.lajpe.org/march14/11\\_LAJPE\\_871\\_Gloria\\_Alzugaray.pdf](http://www.lajpe.org/march14/11_LAJPE_871_Gloria_Alzugaray.pdf)
- Amadeu, R., & Leal, J. P. (2013). Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la Física. *Enseñanza de las ciencias*, 31(3), 177-188. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285788>
- Andrés Z, Ma. M., Pesa, M. A., & Moreira, M. A. (2006). El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. *Ciência & Educação*. 12(2), 129-142. [DOI:10.1590/S1516-73132006000200002](https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000200002)
- Andrés, M. M., Pesa, M. A., & Meneses, J. (2007). A Learning Model (MATLaF) for Conceptual Development in Laboratory: Mechanical Waves. *Group Proceeding select Internacional de Recherche sur l'Enseignement de la Physique (GIREP) Conference*. Formato CD. Holanda.
- Caraballo, D., & Andrés Z., M. M. (2014). Trabajo de laboratorio investigativo en física y la V de Gowin como herramienta orientadora para el desarrollo del pensamiento científico en educación media. *Revista de Investigación*, 38(82), 37-64. Recuperado de [www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140397002](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140397002)
- Ceberio G., M., Almodí G., J. M. & Franco, Á. (2016). Design and Application of Interactive Simulations in Problem-Solving in University-Level Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 590-609. [DOI:10.1007/s10956-016-9615-7](https://doi.org/10.1007/s10956-016-9615-7)
- Chávez, J. L., & Andrés Z, M. M. (2013). El uso de videos para la eficiencia en el aprendizaje-en-acción de la física en el laboratorio. *Investigações em Ensino de Ciências*. 18(1), 43-54. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/159>
- Del Río, D. (2013). *Diccionario-glosario de metodología de la investigación social cuadernos UNED*. Madrid: Editorial UNED.
- Domènech, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 249-262. Recuperado de [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2013v31n3/edlc\\_a2013v31n3p249.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013v31n3/edlc_a2013v31n3p249.pdf)
- Ferreira, J. (2014) *Efectividad de un módulo con simulaciones interactivas didácticas a distancia para la comprensión conceptual de un modelo físico en un trabajo de laboratorio de física en estudiantes universitarios*. (Trabajo de Grado de Maestría en Enseñanza de la Física, UPEL-IPC), Caracas, Venezuela.
- Granollers S., T., Lorés V., J., Cañas D., J. J., & Vidal, J. (2011). *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario*. Barcelona: Editorial UOC.
- Knaggs, C. M., & Schneider, R. M. (2012). Thinking Like a Scientist: Using Vee-Maps to Understand Process and Concepts in Science. *Research in Science Education*, 42(4), 609-632. [DOI:10.1007/s11165-011-9213-x](https://doi.org/10.1007/s11165-011-9213-x)
- López R., A. M., & Tamayo A., Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias

naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(81), 145-166. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>

Montero, S., Zarraonadía, T., Díaz, P., Aedo, I., Pérez Sanz, A., Lorenzo Pérez, A., & Estévez Funes, A. (2011). *Patrones de diseño aplicados al desarrollo de objetos digitales educativos (ODE)*. Madrid: Ministerio de Educación.

Llancaqueo, A. (2006). *El Aprendizaje del Concepto de Campo en Física: Conceptualización, Progresividad y Dominio*. (Disertación Doctora, Universidad de Burgos). España. Recuperado de <http://www.tesisenred.net/handle/10803/14203>

Moreira, M. A. (2014). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(1), 45-52. Recuperado de [www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/](http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/)

Novak, J. D., & Gowin, B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.

Parisoto, M. F., Moreira, M. A., & Dröse, B. (2014). Integrating didactical strategies to facilitate meaningful learning in introductory college physics. *Latin American Journal of Physics Education*, 8(4), 1-7. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5196792.pdf>

Serrano, G. M., & Catalán, L. C. (2014). Uso de las TIC en el movimiento de cargas en campos eléctricos y magnéticos uniformes. Un estudio de caso. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 1(14), 96-118. Recuperado de [eticanet.org/revista/index.php/eticanet/article/view/50](http://eticanet.org/revista/index.php/eticanet/article/view/50)

Universidad de Colorado, U. (2012). Phet. Recuperado de <https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics>

Velasco, J., & Buteler, L. (2016). El aprendizaje de conceptos en termodinámica mediado por simulaciones computacionales: ¿cómo y cuándo? The thermodynamic concept learning through computer simulations: when and how? *Revista de Enseñanza de la Física*, 28(Extra), 329-333. Recuperado de [www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/](http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/)

Vergnaud, G., (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(3), 133-170. Recuperado de [http://ipes.anep.edu.uy/documentos/curso\\_dir\\_07/modulo2/materiales/didactica/campos.pdf](http://ipes.anep.edu.uy/documentos/curso_dir_07/modulo2/materiales/didactica/campos.pdf)

**Recibido en:** 10.07.2017

**Aceito en:** 10.01.2018

ANEXOS

A. SECUENCIA DE PANTALLAS DE LAS SITUACIONES 1 y 2 DEL MODULO CON SIMULACIONES INTERACTIVAS DIDÁCTICAS, MoSID

**Bienvenidos**

Saludos cordiales, en este material encontrarás una secuencia de situaciones que te ayudarán a comprender el modelo de campo eléctrico.

Además, se te plantearán diversas preguntas, las cuales primero debes darles respuesta en tu cuaderno y luego discutir tus respuestas con tu compañera o compañero de prácticas, posteriormente contrastar tus respuestas a medida que avances en las ventanas posteriores.

Nota: para observar de cerca las interacciones, puedes hacer clic con el botón derecho del ratón y aumentar así como regresarla a su tamaño original. Al finalizar todo, presiona la tecla escape y cierra el programa.

[Continuar](#)

**Una carga eléctrica en el espacio**  
(Situación 1)

Si se coloca una carga eléctrica  $Q_a$  en una región del espacio, en principio ésta creará una modificación en las propiedades del espacio en donde se encuentra. ¿Qué propiedad surge en el espacio? ¿Cómo la podemos evidenciar?

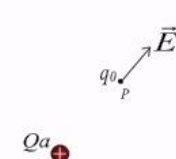
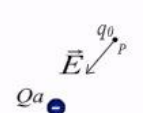
[Regresar](#)      [Avanzar](#)

**Una carga eléctrica en el espacio**  
(Situación 1)

Considera una carga de prueba  $q_0$  positiva y con un valor muy pequeño para despreciar su efecto sobre la propiedad del espacio. Si la colocas a cierta distancia de la carga  $Q_a$  (fuente), entonces ésta carga ejercerá una fuerza sobre la de prueba.

Quiere decir que en el espacio hay una propiedad eléctrica, debida a la carga fuente, el campo eléctrico.

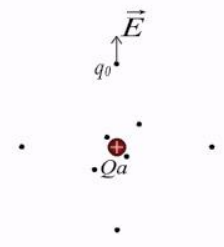
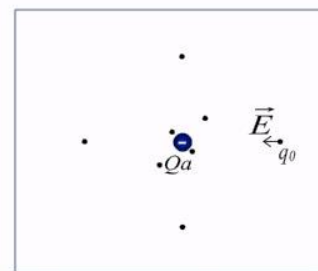
El campo eléctrico en ese punto, será la cantidad de fuerza ejercida por la carga  $Q_a$  entre la carga de prueba  $q_0$ . ¿Que determina la dirección y sentido del vector  $\vec{E}$ ?

[Regresar](#)      [Avanzar](#)

**Una carga eléctrica en el espacio**  
(Situación 1)

Haz clic en cada uno de los puntos, y observar la dirección y el sentido del campo eléctrico. Analiza la simetría del campo y compara las magnitudes de los vectores, según la distancia del punto a la carga fuente. ¿De qué otra manera podemos representar la propiedad eléctrica que aparece en el espacio por la presencia de  $Q_a$  (fuente)?

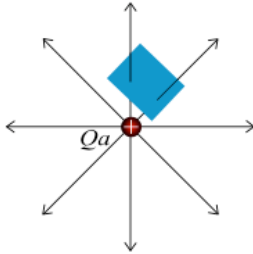
[Regresar](#)      [Avanzar](#)



### Una carga eléctrica en el espacio

(Situación 1)

Para cierta superficie transversal a las líneas de campo eléctrico ¿Qué representa el número de líneas que la atraviesan?



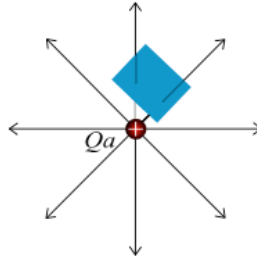
Regresar

Avanzar

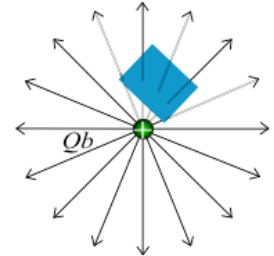
### Una carga eléctrica en el espacio

(Situación 1)

La intensidad de campo eléctrico producida por una carga fuente es representada por la relación entre el numero de líneas de campo eléctrico y la superficie que ellas atraviesan perpendicularmente. ¿Cual de las dos cargas fuente, genera mayor campo eléctrico?



Regresar



Avanzar

### Ahora son dos !!!

(Situación 2)

Cuando se coloca otra carga eléctrica  $Q_b$  en la región del espacio en que se encontraba la otra carga, ambas producen un campo eléctrico que afecta de manera individual al espacio. ¿Cómo es el campo eléctrico en el espacio común? Antes de continuar, prueba con cada carga  $Q_b$ , y observa como se relaciona con la carga  $Q_a$ .



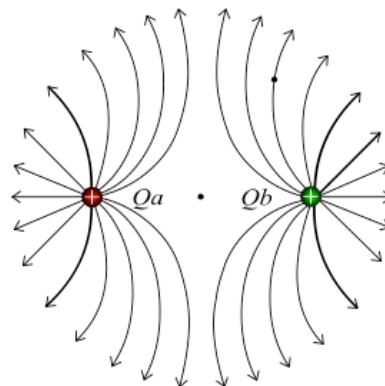
Regresar

Avanzar

### Ahora son dos !!!

(Situación 2)

Cuando se coloca en la misma región del espacio que  $Q_a$ , una  $Q_b$  carga eléctrica con el mismo signo, estas se repelen como se observa en la figura. Haz clic en los puntos y observa cómo es el vector campo eléctrico resultante en cada caso.



Regresar

### ... y si son más de dos cargas?

(Situación 3)

Si se colocaran varias cargas en el espacio, ¿Cómo será la intensidad, la dirección y el sentido del campo eléctrico en un punto P colocado cerca de estas?

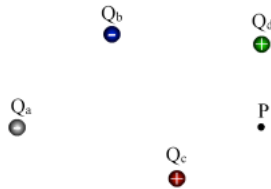
Regresar

Avanzar

### ... y si son más de dos cargas?

(Situación 3)

El campo eléctrico cumple con el principio de superposición, esto hace que para ese punto P, la intensidad, la dirección y el sentido del campo eléctrico dependerá de la contribución de cada carga eléctrica sobre ese punto. ¿Cómo será el vector Campo Eléctrico resultante?



Nota: Haz clic de manera secuencial comenzando por la carga  $Q_a$  hasta la carga  $Q_d$

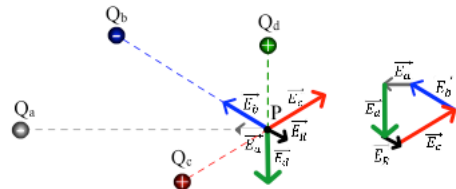
Regresar

Avanzar

### ... y si son más de dos cargas?

(Situación 3)

El campo eléctrico cumple con el principio de superposición, esto hace que para ese punto P, la intensidad, la dirección y el sentido del campo eléctrico dependerá de la contribución de cada carga eléctrica sobre ese punto. ¿Cómo será el vector Campo Eléctrico resultante?



Nota: Haz clic de manera secuencial comenzando por la carga  $Q_a$  hasta la carga  $Q_d$

Regresar

Avanzar

**B. PRUEBA PARA INFERIR SIGNIFICADOS ACERCA DE CAMPO ELÉCTRICO**



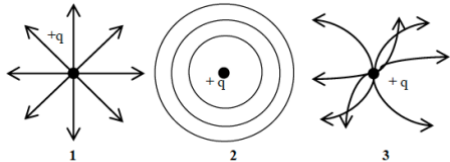
UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS ADMINISTRATIVAS E INDUSTRIALES  
Departamento de Formación General y Ciencias Básicas de la Sede del Litoral

Área de Física

NOMBRE y APELLIDO: \_\_\_\_\_ CARNET: \_\_\_\_\_

El siguiente cuestionario forma parte de una investigación en enseñanza de la física. Este cuestionario no será utilizado como una evaluación sumativa. Agradecemos su tiempo y colaboración prestada. Encontrará nueve situaciones relacionadas con el tema de Campo Eléctrico y Potencial Eléctrico. Lea cuidadosamente cada planteamiento y responda por escrito argumentando la respuesta de forma clara y concisa.

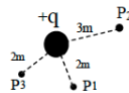
1. De las siguientes imágenes, ¿Cuál representa mejor las líneas de campo eléctrico generadas por una carga eléctrica?



a) \_\_\_ 1    b) \_\_\_ 2    c) \_\_\_ 3

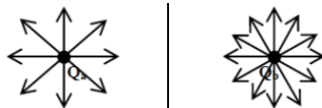
2. Para la siguiente carga eléctrica q, ¿En qué punto o puntos el campo eléctrico es mayor?

- a) \_\_\_ P<sub>1</sub>
- b) \_\_\_ P<sub>2</sub>
- c) \_\_\_ P<sub>3</sub>
- d) \_\_\_ En P<sub>1</sub> y P<sub>3</sub>
- e) En todos es igual

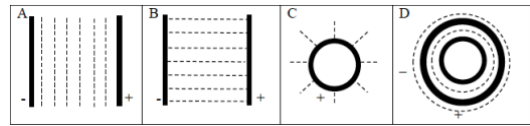


3. De acuerdo con el diagrama de líneas de campo eléctrico, ¿Cuál de las dos cargas Q<sub>a</sub> ó Q<sub>b</sub> genera mayor intensidad de campo eléctrico en el espacio?

- a) \_\_\_ Q<sub>a</sub>
- b) \_\_\_ Q<sub>b</sub>
- c) \_\_\_ no se puede determinar, falta información



5. En las siguientes distribuciones continuas de carga, ¿Cuáles de las representaciones corresponden a las líneas de campo eléctrico? ¿Por qué?



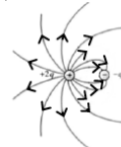
(A) \_\_\_\_\_ (B) \_\_\_\_\_ (C) \_\_\_\_\_ (D) \_\_\_\_\_

4. La siguiente imagen parece que representa el campo eléctrico que resulta de las dos cargas:

- a) \_\_\_ de acuerdo
- b) \_\_\_ en desacuerdo

¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



6. En una región del espacio ¿Puede existir Campo Eléctrico y no registrarse diferencia de potencial? (SI) \_\_\_\_\_ (NO) \_\_\_\_\_

¿Por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. De los casos A y B, ¿en cuál de los puntos es mayor la intensidad de campo eléctrico? Siendo  $r = r_1 = r_2$

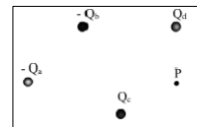


- a) \_\_\_ El punto P en la situación A
- b) \_\_\_ El punto P en la situación B
- c) \_\_\_ En las dos situaciones, la intensidad del campo eléctrico en el punto P es la misma

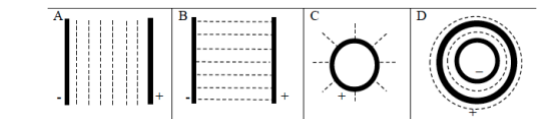
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8. Describa qué haría para dibujar de manera estimada, el vector campo eléctrico resultante del conjunto de cargas, en el punto P. Considere que todas las cargas tienen igual valor.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



9. En las siguientes distribuciones continuas de carga, ¿Cuáles representaciones corresponden a las superficies equipotenciales? ¿Por qué?



\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_