

En este documento¹ sintetizamos estrategias efectivas para la facilitación de actividades de Indagación en aula donde se utilizan simulaciones PhET. Tales estrategias son resultado de las observaciones en aulas que hemos hecho. No pretendemos que uses esta información como instrucciones estrictas “paso a paso”, ni se incluyen todas las estrategias posibles que pueden usarse con simulaciones. Mas bien, las estrategias propuestas en este documento pueden adaptarse a los diferentes contextos dependiendo del grado escolar, preferencias de los maestros y entornos del aula. Puedes encontrar información sobre la creación de actividades en la sección en nuestro sitio web de [Creación de actividades de simulación interactiva PhET](#).

Objetivos para profesores:

Los profesores podrán:

- Crear una clase centrada en estudiante al...
 - escuchar y valorar las ideas de los estudiantes
 - promover la apropiación del conocimiento de los estudiantes al darles un rol activo en el proceso de aprendizaje
 - fomentar y orientar la indagación de los estudiantes
 - ser co-participante en el proceso de indagación
 - aprovechar los conocimientos previos de los estudiantes
- Fomentar y apoyar un entorno de aprendizaje centrado en objetivos al...
 - valorar y abordar múltiples objetivos, incluyendo contenido, proceso, habilidades, hábitos de estudio, interés, etc.
 - estar preparado para atender ideas, pensamientos y confusiones de los estudiantes
 - adaptar actividades al contexto de sus estudiantes y aula (por ejemplo, variando los objetivos de aprendizaje y niveles educativos)
 - incluir momentos para revisar el entendimiento para evaluar el aprendizaje de los estudiantes y adaptar tu instrucción
 - ser receptivo y adaptarse de manera flexible a las ideas emergentes de los estudiantes
- Aportar tu experiencia, profesionalismo y conocimiento de tus estudiantes en el diseño, implementación y mejora de las actividades.

Facilitación docente: Objetivos y estrategias

Usar simulaciones PhET en actividades de aprendizaje basadas en la Indagación respalda, y cuenta con el respaldo de, de los siguientes objetivos de facilitación (dentro de cada objetivo destacamos ejemplos de la práctica de facilitación):

1. **Haz los objetivos de aprendizaje explícitos y significativos para los estudiantes**
 - a. Coloca los objetivos de aprendizaje en la parte superior en el documento que describe la actividad y has que los estudiantes los lean en voz alta.

¹ El material de PhET Interactive Simulations está cubierto bajo [licencia de Creative Commons](#)

Traducción de Diana López, agosto 2020

- b. Facilita discusiones en clase para para clarificar el significado de los objetivos de aprendizaje, conectarlos con los objetivos pasados y futuros, y aumentar el compromiso de los estudiantes.
 - 2. Motiva a los estudiantes a hacer conexiones con el mundo real con preguntas que generen indagación.**
 - a. Ayuda a los estudiantes a relacionar lo que aprendieron durante la actividad con las simulaciones PhET y otras actividades – por ejemplo, actividades al inicio de la clase, experimentos, lo aprendido la semana pasada o experiencias de la vida diaria.
 - b. Fomenta que los estudiantes se pregunten sobre lo que ven todos los días, por ejemplo, por qué un lápiz parece roto cuando se ve a través de un vaso con agua o por qué la puesta de sol es roja. Usa estas preguntas para motivar el descubrimiento y la exploración en las actividades con simulaciones.
 - 3. Desarrolla la apropiación de los estudiantes sobre el aprendizaje y el uso de herramientas de aprendizaje (¡como las simulaciones PhET!)**
 - a. Permite un tiempo de “juego” al inicio de cada actividad para ayudar a los estudiantes a familiarizarse con la simulación y tomar propiedad sobre los objetivos de aprendizaje.
 - b. Los estudiantes deben tener el control de sus propios dispositivos electrónicos. Evita usar los dispositivos de los estudiantes cuando quieres mostrarles como cambiar algo en la simulación. En su lugar intenta hacer preguntas que guíen a los estudiantes para que descubran como hacerlo por su cuenta.
 - c. Apóyate de los propios estudiantes para ayudar a otros estudiantes que puedan tener problemas en la manipulación de la simulación. Invítalos a que se ayuden mutuamente. Los estudiantes usualmente descubren la función de los controles de la simulación durante el tiempo de “juego” al inicio de la sesión, puedes motivar a que compartan ideas entre ellos.
 - d. Evita mostrar a los estudiantes que deben hacer con la simulación, ya sea con un proyector o un pizarrón interactivo, especialmente durante el tiempo de “juego”. Puede ser necesario mostrar algo a todos los estudiantes cuando están teniendo dificultades, pero permite que sean los estudiantes quienes por si mismo o con apoyo de sus compañeros, puedan resolver cualquier dificultad.
 - e. Cuando sea posible, asigna de 1 a 2 estudiantes por dispositivo electrónico. Un dispositivo por estudiante permite que ellos exploren la simulación a su propio ritmo y compartan sus ideas con sus compañeros. Dos estudiantes por dispositivo pueden incrementar la colaboración y discusión entre pares. Tres o mas estudiantes puede funcionar, pero no es ideal, ya que un estudiante puede no tener la oportunidad de manipular la simulación.
 - 4. Promueve un ambiente centrado en el estudiante y da voz a los estudiantes**
 - a. Asegúrate de que los estudiantes sean participantes activos en las discusiones entre maestros-estudiantes y entre estudiantes-estudiantes.
 - b. El tiempo de juego al inicio de la clase permite que los estudiantes se familiaricen con casi todos los controles en la simulación, lo que libera tiempo durante la clase para enfocarse en conceptos, en lugar de detalles específicos del uso de la simulación. Da instrucciones de uso de la simulación solo en casos donde los estudiantes no puedan lograrlo por si mismos.
 - c. Si los estudiantes tienen dificultades con la simulación, preferiblemente usa interacciones estudiante-estudiante y discusiones grupales para facilitar el descubrimiento dirigido por estudiantes. Una estrategia útil es circular por la sala

viendo a los estudiantes usar la simulación. Si uno o dos estudiantes han descubierto algo que a otros les resulta difícil, brinda oportunidades para que estos estudiantes compartan sus ideas con toda la clase.

- d. Escucha las conversaciones de los estudiantes y utiliza estas ideas para promover las discusiones grupales. Al escuchar las conversaciones individuales durante el trabajo en grupo, tendrás una mejor idea de lo que los estudiantes van a decir en las discusiones grupales y estarás mejor preparado para facilitar estas discusiones basándote en las ideas de los estudiantes.
- e. Aprovecha las oportunidades de aprendizaje inesperadas. La riqueza y flexibilidad de las simulaciones a menudo conducirán a descubrimientos y preguntas de los estudiantes que no se anticiparon, pero que constituyen a una buena actividad o discusión. Los profesores deben sentirse libres de improvisar y aprovechar estos momentos, utilizando las numerosas funciones disponibles en la simulación para ayudar a facilitar estas discusiones inesperadas.

5. Promueve la participación de los estudiantes solicitando que compartan sus ideas, haciendo que exterioricen ideas previas y brindando oportunidades para que practiquen conversaciones científicas.

- a. Invita a los alumnos a compartir sus ideas con el grupo utilizando la simulación proyectada, de esta manera tendrás una herramienta visual para demostrar sus ideas y promover el debate.
- b. Pide ideas a varios estudiantes en las discusiones grupales, fomentando los debates dirigidos por los estudiantes, la construcción de ideas y el refinamiento de ideas. Este enfoque es más exitoso en las aulas donde los estudiantes ven y se sienten cómodos con estar equivocados como una parte saludable del aprendizaje. Algunas técnicas comunes incluyen: debate, instrucción entre pares, respuestas de acuerdos/desacuerdos ("Estoy de acuerdo con ..., pero no estoy de acuerdo con ..."), etc.
- c. Cuando descubres un malentendido o una comprensión incompleta, fomenta la comprensión adicional al permitir que los estudiantes usen la simulación para encontrar las respuestas correctas, por ejemplo, con la instrucción "Muéstrame cómo encontraste eso".

6. Promueve la diversidad de objetivos de aprendizaje:

- a. Presta atención a los objetivos generales de aprendizaje y las habilidades del siglo XXI, además de los objetivos específicos del contenido. Por ejemplo: diseñar experimentos científicos; sacar inferencias a partir de evidencia; construir argumentos; discutir la naturaleza de los modelos, sus limitaciones y ventajas; comunicar ideas; y reflexionando sobre la naturaleza de la ciencia.
- b. Utiliza actividades de extensión para brindar oportunidades de aprendizaje diferenciadas.

Seguimiento y Medición del Aprendizaje de los Estudiantes

1. Monitorear la comprensión de los estudiantes y fomentar la metacognición

- a. Integra momentos para "verificar la comprensión" a lo largo de la lección, haciendo visible el pensamiento de los alumnos, ayudando ser conscientes de su propia comprensión y permitir una instrucción receptiva. Las técnicas pueden incluir el uso de preguntas clicker, pidiendo a los estudiantes que compartan sus respuestas a preguntas específicas en la hoja de trabajo o planteadas verbalmente por el maestro, o

circular el salón mientras trabajan con la simulación para revisar las respuestas en la hoja de trabajo.

- b. Utiliza una evaluación posterior por escrito (o post-laboratorio), una discusión en clase u otras estrategias de para evaluar el aprendizaje y la comprensión al final de la actividad con la simulación para medir el rendimiento de los estudiantes y si se lograron los objetivos de aprendizaje, utilizando los resultados como una evaluación formativa para informar la siguiente instrucción.
- c. Haz que los estudiantes revisen su propio aprendizaje (por ejemplo, reflexionando sobre los objetivos de aprendizaje, revisando y discutiendo las preguntas de “post-laboratorio”, etc.)
- d. Brinda oportunidades para que los estudiantes reflexionen sobre la actividad de la simulación (por ejemplo, qué nuevos entendimientos obtuvieron, qué conexiones hacen con la vida real, qué les resulta confuso, qué les resulta útil)

2. (Opcional) Realice un seguimiento del crecimiento y el dominio de los objetivos de aprendizaje con evaluaciones estrictas

Si bien no es obligatorio, algunos profesores encuentran útil utilizar evaluaciones para medir el dominio de los objetivos de aprendizaje. Aquí proporcionamos algunas estrategias:

- Evaluaciones previas y posteriores (a menudo denominadas “pre-lab” y “post-lab” para reducir ansiedad) pueden diseñarse para medir el logro de los objetivos de aprendizaje. **La evaluación previa** sirve como medida para identificar las ideas previas de los estudiantes y lo que ya saben antes de iniciar la actividad. Los profesores pueden utilizar esta información inicial pensando en la facilitación de la actividad. **La evaluación posterior** sirve como evaluación del dominio de los estudiantes de los objetivos de aprendizaje. Los profesores pueden utilizar este trabajo de los alumnos para facilitar discusiones de seguimiento y orientar los próximos pasos para lograr su dominio. Los profesores que desean realizar **un seguimiento de los objetivos de aprendizaje** utilizan tanto a evaluación previa como la posterior. Los profesores que estén interesados principalmente en **evaluar el dominio** pueden preferir usar sólo la evaluación posterior.

¿Cuándo hacer los pre y post labs?

- a) Si se usa el “pre-lab” generalmente se administra antes de comenzar la actividad, a menudo al comienzo de la clase o el día anterior. El “post-lab” es administrado después de la actividad, a veces al día siguiente si es necesario.
- b) Estas evaluaciones miden el rendimiento individual de los estudiantes. Como tal, los estudiantes deben completar el “pre-lab” y el “post-lab” por su cuenta sin la ayuda de sus compañeros, la simulación u otros recursos.
- c) El “pre-lab” a veces puede causar ansiedad a los estudiantes. Asegúreles que el pre-lab es sólo para averiguar lo que piensan, que está bien si no conocen todas las respuestas, y que deben intentarlo lo mejor posible.

Ejemplo de secuencia de facilitadores de actividades

A continuación, analizaremos un ejemplo de una lección de actividad basada en simulaciones y la secuencia de facilitación, donde las estrategias de facilitación apoyan el logro de los objetivos descritos anteriormente.

1. (Opcional) los estudiantes resuelven preguntas de un pre-laboratorio por su cuenta para que sean conscientes de sus ideas previas. Puede ser por medio de preguntas clicker o preguntas abiertas en un documento que los estudiantes deben contestar.
2. El docente presenta el tema a través de una discusión o una presentación para motivar y hacer conexiones. Esta presentación puede hacerse de varias formas:
 - Una presentación proyectada en pwp o similares
 - Una actividad práctica
 - Una discusión grupal sobre el tema
3. Los estudiantes abren la simulación y juegan libremente durante 3-10 minutos, la duración depende de la duración de la clase y la riqueza de la simulación.
 - No se deben proporcionar instrucciones explícitas sobre cómo usar la simulación, los estudiantes lo descubren por su cuenta y compartiendo entre compañeros.
 - Durante la exploración libre, el docente circula el salón, observando lo que están haciendo los estudiantes, animándolos mediante preguntas (por ejemplo: “¿Por qué crees que es así?”), hace notas mentales o escritas de las ideas de los estudiantes para informar la facilitación posterior, e identificar las dificultades que pueden tener los estudiantes sobre el uso de la simulación.
4. Se recomienda seguir con una discusión grupal, preguntando a los estudiantes que han encontrado e invitándolos a compartir ideas verbalmente o usando la simulación proyectada al frente del salón.
5. Se distribuye la hoja de trabajo y se pide a los estudiantes que lean los objetivos de aprendizaje en voz alta. El maestro...
 - Hace que un alumno diferente lea cada objetivo de aprendizaje.
 - Puede hacer que los estudiantes intenten explicar los términos o el significado de los objetivos, o pueden identificar términos que no conocen pero que descubrirán durante la actividad.
 - Si los estudiantes tienen dificultades, el maestro puede guiar la clase hacia la comprensión de los objetivos de aprendizaje
6. Los estudiantes comienzan con la resolución de la hoja de trabajo.
 - Los estudiantes suelen trabajar en equipos (de ser posible en parejas), discutiendo y compartiendo ideas.
 - Los estudiantes pueden tener su propia computadora o compartir una.
7. El maestro circula el salón interactuando con los estudiantes individualmente o en grupos.
 - El maestro hace preguntas a los estudiantes sobre conceptos para verificar su comprensión y reúne las ideas de los estudiantes. Esta acción ayuda a informar cuándo y cómo facilitar las discusiones grupales.
8. En algún momento de la actividad, el maestro facilita una discusión grupal, solicita ideas o hallazgos de los estudiantes, verifica su comprensión y facilita una discusión en torno a un concepto en particular.
 - Un momento de discusión suele estar planeado con anterioridad, pero puede ser iniciado por la pregunta de un estudiante.
 - Se le pide a varios estudiantes que compartan sus ideas, o que elaboren o amplíen una idea previamente compartida por otro estudiante, practicando el razonamiento científico, comunicación, argumentación y debate.
 - Los estudiantes pueden responder y explicar desde sus asientos, o pueden pasar frente al grupo y manipular la simulación proyectada, utilizando la simulación para ayudar a comunicar ideas o demostraciones a toda la clase. El maestro puede hacerle

- preguntas a este estudiante o pedirle a la clase que explique o reflexione sobre las ideas o demostraciones que se están compartiendo.
- La información de estas discusiones ayuda a verificar la comprensión de los estudiantes y ayuda al docente a planear su instrucción.
9. Los estudiantes vuelven a la actividad en la hoja de trabajo (repetir el #6, en caso de que la discusión grupal se diera antes de terminar la hoja de trabajo)
 10. Fin de la actividad guiada.
 11. El maestro abre la oportunidad para reflexionar sobre el aprendizaje. Se pueden usar diferentes estrategias:
 - Los estudiantes pueden contestar un post-laboratorio escrito que mida individualmente los logros de los estudiantes sobre los objetivos de aprendizaje.
 - Se puede abrir una discusión grupal para que los estudiantes reflexionen sobre sus nuevos conocimientos y el alcance de los objetivos de aprendizaje, de manera que se sintetizen las ideas sobre lo aprendido.
 - Se pueden solicitar las ideas a los estudiantes sobre las conexiones de lo aprendido con las clases anteriores, lo que pueden hacer en el futuro o en su vida diaria.
 - En una discusión grupal se pueden hacer preguntas abiertas o clicker para evaluar el dominio del tema, y aprovechar para que los estudiantes autoevalúan su comprensión, así como informar acciones para las clases futuras.

Preparación

Creando la lección

Las “guías para el diseño de hojas de actividades” de PhET proporcionan orientación y conocimientos sobre la preparación de actividades centradas en la simulación y las hojas de actividades que las acompañan. En general, el proceso incluye seleccionar los estándares que se van a enseñar, elegir una simulación PhET, identificar 2-3 objetivos de aprendizaje medibles y diseño de la hoja de actividades.

Preparando el aula

1. Considera la tecnología disponible. Si es posible, las aulas deberían tener 1-2 alumnos por dispositivo electrónico. Si no hay dispositivos electrónicos en el aula, considera facilitar la actividad con una simulación proyectada en el frente del aula, o que los estudiantes usen sus celulares.
2. Organiza el salón de clases para apoyar la colaboración alumno-alumno.
3. Si es posible, proyecta la simulación en una pantalla grande y permita que los estudiantes controlen la simulación proyectada.
4. Revisa las computadoras/tabletas de los estudiantes con anticipación.
 - Asegúrate de que las computadoras/tabletas estén cargadas, actualizadas y listas para usarse.
 - Asegúrate de que la simulación se ejecute correctamente en los dispositivos electrónicos.
 - Si la conectividad a internet no es confiable, la simulación se puede descargar y ejecutar directamente desde las computadoras de los estudiantes. Utilice el botón “descargar” en la página de la simulación y copie este archivo en el escritorio de cada computadora. También puedes instalar una copia local de todo el sitio web de PhET (solicítala al correo phethelp@colorado.edu) o descargas las aplicaciones PhET para [Android](#) y [iOS](#).
 - Ponte en contacto con el personal de PhET si surgen problemas con la simulación (phethelp@colorado.edu).

preparándose para enseñar con una simulación

La preparación es clave para asegurarse de que las actividades PhET se desarrollen sin problemas.

1. Juega con la simulación. Mientras más familiarizado estés con la simulación, mejor podrás ayudar a los estudiantes en puntos conflictivos y facilitar discusiones espontáneas. Esta familiaridad:
 - Permite “ver lo que piensan los estudiantes” al observar su uso de la simulación, proporcionando información útil sobre las ideas de los estudiantes sin interrumpir su exploración y discusiones con sus compañeros
 - Ayuda a anticipar lo que los estudiantes dirán y harán.
2. Asegúrate de realizar la actividad como estudiante. Este proceso revela cualquier problema con la hoja de trabajo o la simulación. Considera...
 - Crear notas en el documento a manera de “guía del profesor”, por ejemplo, resaltar puntos potenciales para compartir o comprobar la comprensión de los estudiantes, o anota posibles preguntas de discusión. Estas notas proporcionan un documento útil para hacer referencia durante la clase y un lugar para registrar preguntas que surgen
 - Crear una clave de respuestas.
3. Mantén un plan de respaldo, en caso de fallas tecnológicas inesperadas.

Reflexión del maestro

Si bien a menudo es un desafío tomarse el tiempo, la reflexión es un paso crítico en el ciclo de enseñanza que ayuda a promover las prácticas de enseñanza, el diseño de actividades y el aprendizaje de los estudiantes. Los profesores deberían considerar...

- Reflexionar sobre cómo resultó la actividad, cómo se sintieron con su facilitación y cómo les fue a sus alumnos. Idealmente la reflexión debe ser el mismo día o al día siguiente;
- Invitar a un colega a que sirva como compañero de reflexión. Tener la posibilidad de tener observadores en el aula para que les apoye identificando puntos de mejora.
- Utilizando una rúbrica de reflexión, que sirva para resaltar y recordar a los profesores elementos de enseñanza y acciones que los estudiantes que están tratando de lograr. Hemos desarrollado el “[Rúbricas de reflexión PhET](#)” que proporciona una rúbrica básica alineada con la enseñanza y prácticas estudiantiles descritas anteriormente.

Apoyando a PhET

Puedes ayudar a otros profesores que están integrando simulaciones PhET proporcionando comentarios, contribuyendo con enfoques de enseñanza efectivos, describiendo evidencias de efectividad en tu aula, o ayudando a sostener el proyecto. **Ponte en contacto con PhET en:** phethelp@colorado.edu

1. **Problemas técnicos.** Cualquier problema técnico, incluidos errores en simulación, fallas en el sitio web, incompatibilidades con la computadora y la simulación, se debe informar a investigadores de PhET lo antes posible.
2. **Comentarios de simulación.** Si observas algunas características de la simulación que cause dificultades a los estudiantes (por ejemplo, problemas al usar controles o interpretar representaciones) o funciones de simulación que parecen particularmente útiles para el aprendizaje de los estudiantes, o que les gustó especialmente, envíenos un resumen de tus observaciones.
3. **Actividades o enfoques didácticos.** Animamos a los profesores a compartir sus experiencias usando simulaciones en su salón de clases. Si creaste una actividad en torno a una

simulación, compártalas con PhET y nuestra comunidad de profesores publicando en la [base de datos de actividades de PhET](#).

4. **Historias o evidencia de efectividad.** Queremos escuchar historias de los profesores que han encontrado en PhET un aliado para apoyar el aprendizaje de los estudiantes. Compártenos historias útiles y evidencia del aumento en el aprendizaje de tus estudiantes.
5. **Donar a PhET.** ¡Ayuda a que PhET siga siendo gratuito! Las donaciones individuales llevan la ciencia a los niños en tu escuela y en todo el mundo. Considera donar a PhET dependiendo de cuánto utilizas nuestras simulaciones durante todo el año. ¡Es deducible de impuestos! [¡Dona aquí!](#)