

Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física en Educación Secundaria

Plan de Estudios 2018

Programa del curso

Enseñanza de la física basada en la indagación

Segundo semestre



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

Primera edición: 2018

Esta edición estuvo a cargo de la Dirección General
de Educación Superior para Profesionales de la Educación
Av. Universidad 1200. Quinto piso, Col. Xoco,
C.P. 03330, Ciudad de México

D.R. Secretaría de Educación Pública, 2018
Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México

Índice

| | |
|--|----|
| Propósito y descripción general del curso | 5 |
| Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso | 9 |
| Estructura del curso | 12 |
| Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza | 13 |
| Sugerencias de evaluación | 15 |
| Unidad de aprendizaje I. Concepto de indagación en la enseñanza y aprendizaje de la física | 17 |
| Unidad de aprendizaje II. Aprender y enseñar a indagar, indagando..... | 22 |
| Perfil docente sugerido..... | 33 |

Trayecto formativo: **Formación para la enseñanza y el aprendizaje**

Carácter del curso: **Obligatorio**

Horas: **4**

Créditos: **4.5**

Propósito y descripción general del curso

La física es una ciencia experimental, por lo tanto, el trabajo experimental debe ser una parte integrante de la enseñanza y aprendizaje de este curso. Dewey (1910), menciona que existe una brecha entre los especialistas en ciencia y los que enseñan ciencia. Afirma que la ciencia se ha enseñado demasiado como una acumulación de material listo para usarse con el que los estudiantes deben familiarizarse más que como un método de pensamiento o una actitud de la mente bajo los cuales los hábitos mentales son transformados. Si esta crítica a la enseñanza de las ciencias, y en particular de la Física, se realizó hace más de un siglo y el problema continúa, esto debe significar que no resulta fácil enseñar bajo la metodología de la indagación. En el modelo de Dewey, el estudiante es participativo y está involucrado activamente, mientras que el profesor es un guía y un facilitador.

A lo largo de los últimos 100 años han existido diferentes movimientos sobre el aprendizaje de las ciencias. El que ha dominado es el que plantea poner el énfasis en el conocimiento factual y algorítmico por medio de la instrucción directa, donde los aprendizajes son evaluados por la solución de ejercicios algebraicos que en general carecen de significado para el estudiante. En la mayoría de los casos, los trabajos prácticos son utilizados como medio para comprobar la teoría, además de utilizarse pautas rígidas que imponen lo que debe cuestionarse el estudiante, las formas de acceder a la experiencia y los materiales y sustancias que se deben utilizar. Esto fomenta la dependencia hacia el profesor mientras centra el trabajo en "solo la escuela y para la escuela" sacando del contexto el aprendizaje de las ciencias.

Con la intención de lograr un mayor involucramiento del estudiantado y de fomentar un conocimiento relacionado con su entorno, el acento en los lineamientos para la enseñanza y aprendizaje de la física han cambiado del conocimiento factual y algorítmico hacia la construcción de modelos físicos por parte de los estudiantes. Actualmente se nos propone poner mucho más énfasis en el aprendizaje activo, donde el estudiante tiene mayores oportunidades de involucrarse; actividades para desarrollar algunas de las habilidades necesarias para la investigación científica tales como: observar, medir, clasificar, encontrar patrones, predecir, inferir, controlar variables, interpretar datos, formular hipótesis y comunicar resultados. A partir de esto puede deducirse fácilmente que la experimentación constituye un medio idóneo para el desarrollo de estas habilidades, no mediante una serie de instrucciones precisas para seguir paso a paso, sino como un espacio para formular preguntas, **indagar** y poner a prueba hipótesis. La indagación es una de las tres prácticas científicas que deben ser promovidas en la educación, junto con la argumentación y la construcción de explicaciones y modelos.

De acuerdo con Crujeiras y Jiménez-Aleixandre (2015), la indagación científica es una dimensión importante en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias porque requiere que los estudiantes utilicen el conocimiento teórico junto con las destrezas y actitudes científicas y sociales para resolver problemas. Para que las actividades de laboratorio alcancen los objetivos perseguidos, se sugiere que las tareas que se vayan a realizar estén diseñadas como problemas auténticos. Jiménez Aleixandre (2010) caracteriza las actividades auténticas como las que: *a*) constituyen problemas, no preguntas retóricas con una solución obvia; *b*) son percibidas como relevantes para las vidas de los estudiantes, están situadas en un contexto próximo a su experiencia; *c*) tienen un grado de apertura, con varias posibles respuestas o caminos experimentales; y *d*) requieren que los estudiantes tomen parte en las prácticas científicas (formular hipótesis, contrastarlas con pruebas, argumentar sobre los modelos construidos).

Cabe señalar que la planificación de investigaciones cobra especial relevancia en la actualidad, ya que forma parte tanto de las prácticas científicas como de la competencia científica. Esta es una de las dimensiones que se incluye en el marco de la evaluación PISA 2015 (OCDE, 2013), en la que la competencia de identificar cuestiones científicas se sustituye por la de evaluar y diseñar indagaciones científicas. Existe un consenso creciente en considerar una parte integral del aprendizaje de las ciencias, la participación en las prácticas científicas, como la planificación y puesta en práctica de investigaciones (NGSS, 2013). Las prácticas científicas pueden desarrollarse a través de procesos de indagación y el laboratorio es potencialmente un contexto adecuado para ello, así como para promover el aprendizaje de las ciencias (Högstrom, Ötander y Benckert, 2010).

A pesar de que se rechaza el método científico como conjunto de reglas perfectamente definidas a aplicar mecánicamente en un orden determinado, en la metodología por indagación existen un conjunto de puntos indicativos que ayudan a guiar la indagación científica en el salón de clase, evidentemente existe el riesgo de convertir en una receta un proceso que debe ser flexible:

- La pregunta: explorar el fenómeno y enfocarse en la respuesta de una pregunta
- El procedimiento: planeación y desarrollo de la investigación
- Los resultados: análisis de los datos y evidencias, construcción de nuevo conocimiento y comunicación de este conocimiento

El interés y objetivo de este curso se centra en que el futuro docente adquiera una visión de la ciencia como un proceso de permanente construcción, no como un repositorio estático de respuestas. Que valore la conversación (discusión) como un recurso para la construcción de significados y sepa hacer uso de ella como un recurso de aprendizaje de las ciencias. Que pueda alentar las inferencias elaboradas, por sus estudiantes, a partir de la observación para llegar a la explicación y finalmente modelización de un fenómeno.

Desde una visión del desarrollo de la competencia profesional como reconstrucción de un sistema complejo de conocimientos y experiencias personales de aprendizaje, se justifica un enfoque integrado en el que los estudiantes viven experiencias de aprendizaje mediante indagación y modelización, reflexione sobre ellas y se inicie en el diseño de secuencias de enseñanza para jóvenes de educación secundaria.

Propósito general

Que el estudiante se apropie de la metodología de indagación científica, a partir de la lectura de referentes teóricos y de la propia indagación en el área de física, para que ponga en práctica los procesos de indagación en escuelas de educación obligatoria.

El curso *Enseñanza de la física basada en la indagación* forma parte del trayecto formativo Formación para la enseñanza y el aprendizaje, es de carácter obligatorio y se encuentra ubicada en el segundo semestre del Plan de Estudios de la licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física en Educación Secundaria. Se desarrolla durante cuatro horas a la semana y tiene asignados 4.5 créditos.

Se enfoca en la introducción del significado de indagación en ciencias y en enseñanza de las ciencias y en su utilización durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física. Para su estudio se considera la lectura de artículos de investigación de acceso libre, la realización de procesos de indagación de fenómenos concretos, haciendo énfasis en la importancia del trabajo grupal, habilidad de hacer preguntas que guíen el trabajo, analizar e interpretar datos y a partir de ellos, construir inferencias y explicaciones que pueda comunicar y argumentar su validez.

El profesor acompaña al estudiante en la búsqueda de respuestas a sus preguntas, para ello plantea actividades de situaciones concretas de forma abierta. Esto propicia nuevas formas de ver y explicar el fenómeno, también favorece la expresión del pensamiento de los estudiantes. Al principio, el lenguaje puede ser aproximativo y poco a poco avanzar en el uso del lenguaje científico y en la complejidad de la problemática.

En un inicio, lo que se quiere es que el estudiante clasifique a la indagación como una metodología didáctica para después él mismo desarrollar una indagación sobre algún tema relacionado con los contenidos de los cursos que llevan a la par con este, o que llevaron en primer semestre; y por último proponer un proceso de indagación basado en un aprendizaje clave de los programas de educación secundaria o de educación media superior que están en correspondencia con la Física, y que pueda ser tratado con sus futuros estudiantes por esta metodología. Para ello, se recomienda que el profesor a cargo del curso, en todo momento, considere las orientaciones de Reyes y Padilla (2012):

- La responsabilidad (parcial) de los estudiantes al hacer hipótesis, predecir, diseñar experimentos, escoger variables y sus relaciones, analizar resultados, identificar suposiciones, etcétera.
- Que el estudiante comunique sus resultados y presenten sus conclusiones apoyadas en los datos o en información (obtenida en investigaciones documentales) que han colectado.
- La deducción por el estudiantado de los conceptos detrás de un experimento dentro de la sesión.
- Que el estudiantado pueda predecir los resultados de un experimento o investigación documental sin necesidad de que los conozcan de antemano.
- Considerar que los resultados que no sean congruentes con la hipótesis no se consideren como fracaso, sino como una oportunidad de repensar su razonamiento.

Cursos con los que se relaciona

Ya que la indagación es una de las formas de trabajar en la Física, este curso se relaciona con todo el trayecto formativo disciplinario. Por estar en el mismo semestre, se relaciona con los cursos *Materia y sus interacciones*, *Geometría plana y analítica para la física*, dado que los tres cursos se enriquecen mutuamente.

Vinculación con cursos del mismo semestre:

Materia y sus interacciones: El estudiante al retomar formulaciones de la mecánica de una partícula y para trasladarlos a sistemas de partículas, necesita un puente, el cual es dado por la indagación que debe realizar sobre cómo otros lograron hacerlo.

Geometría plana y analítica para la física: A partir de preguntas retomadas de la historia de la ciencia, se puede hacer que el alumno proponga respuestas a sus preguntas, que investigue en la bibliografía formas o métodos para llevar a cabo experimentos que requieran del conocimiento de la geometría, ejemplo de esto es la actividad relacionada con la medición del radio terrestre propuesta en el curso, en el que el alumno investiga el método de Eratóstenes y plantear la posibilidad de reproducirlo.

Vinculación con cursos del semestre posterior:

Termodinámica: Al tener un enfoque histórico, donde se debe percibir las motivaciones de diferentes científicos para abstraer conceptos y comprender los procesos indagatorios que llevaron a cabo, así como para establecer un propio proceso indagatorio para adentrarse en el estudio de esta rama de la Física.

Estadística para la física: para abordar temas de física en donde el estudiantado realice experimentos en los que es indispensable medir y analizar los datos obtenidos, para interpretar y tener indicadores estadísticos que permitan evaluar el éxito del experimento, lo cual refleja parte del proceso indagatorio sobre alguna cuestión o situación detonante que quiera comprender o explicar.

Diseño experimental: Diseñar un experimento tiene como objetivo responder alguna pregunta, la indagación permite que los estudiantes utilicen el conocimiento teórico junto con las destrezas y actitudes científicas y sociales para resolver problemas relacionados con las preguntas planteadas.

Este curso fue elaborado por docentes normalistas, docentes de educación obligatoria, así como por especialistas en la materia y en diseño curricular provenientes de las siguientes instituciones: Vladimir Carlos Martínez Nava y José Guadalupe Rodríguez Muñoz, de la Escuela Normal Superior "Prof. Moisés Sáenz Garza"; Rafael Paredes Galán, de la Escuela Normal Superior del Estado de Baja California Sur, "Prof. Enrique Estrada Lucero" Ext Cd. Constitución; Ma. Consuelo Aidé Flores Ceballos, de la Escuela Normal Superior del Estado de Baja California Sur, "Prof. Enrique Estrada Lucero"; José Antonio Fragoso Uroza, del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM; María del Rosario Adriana Hernández Martínez, de la Escuela Nacional Preparatoria 4 de la UNAM; Luis Ángel Vázquez Peralta, del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur de la UNAM; María del Pilar Segarra Alberú, del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM; así como especialistas en diseño curricular: Julio César Leyva Ruiz, Gladys Añorve Añorve, Sandra Elizabeth Jaime Martínez, y especialistas técnico-curriculares: Refugio Armando Salgado Morales y Jessica Gorety Ortiz García de la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación.

Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso

Competencias genéricas

- Soluciona problemas y toma decisiones utilizando su pensamiento crítico y creativo.
- Aprende de manera autónoma y muestra iniciativa para autorregularse y fortalecer su desarrollo personal.
- Colabora con diversos actores para generar proyectos innovadores de impacto social y educativo.
- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación de manera crítica.
- Aplica sus habilidades lingüísticas y comunicativas en diversos contextos.

Competencias profesionales

Utiliza conocimientos de la Física y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo a las características y contextos de los estudiantes a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigentes.

- Identifica marcos teóricos y epistemológicos de la Física, sus avances y enfoques didácticos para la enseñanza y el aprendizaje.
- Caracteriza a la población estudiantil con la que va a trabajar para hacer transposiciones didácticas congruentes con los contextos y los planes y programas.

- Articula el conocimiento de la Física y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.
- Relaciona sus conocimientos de la Física con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora, para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

Diseña los procesos de enseñanza y aprendizaje de acuerdo con los enfoques vigentes de Física, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes significativos.

- Reconoce los procesos cognitivos, intereses, motivaciones y necesidades formativas de los estudiantes para organizar las actividades de enseñanza y aprendizaje.
- Propone situaciones de aprendizaje de la Física, considerando los enfoques del plan y programa vigentes; así como los diversos contextos de los estudiantes.
- Relaciona los contenidos de la Física con las demás disciplinas del Plan de Estudios vigente.

Evalúa los procesos de enseñanza y aprendizaje desde un enfoque formativo para analizar su práctica profesional.

- Valora el aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a la especificidad de la Física y los enfoques vigentes.
- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la Física.
- Reflexiona sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, y los resultados de la evaluación, para hacer propuestas que mejoren su propia práctica.

Gestiona ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos para propiciar el desarrollo integral de los estudiantes.

- Emplea los estilos de aprendizaje y las características de sus estudiantes para generar un clima de participación e inclusión.
- Utiliza información del contexto en el diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje incluyentes.
- Promueve relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales.

Utiliza la innovación como parte de su práctica docente para el desarrollo de competencias de los estudiantes.

- Implementa la innovación para promover el aprendizaje de la Física en los estudiantes.
- Diseña y/o emplea objetos de aprendizaje, recursos, medios didácticos y tecnológicos en la generación de aprendizajes de la Física.
- Utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), y Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) como herramientas de construcción para favorecer la significatividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional con una perspectiva intercultural y humanista.

- Sustenta su labor profesional en principios y valores humanistas que fomenten dignidad, autonomía, libertad, igualdad, solidaridad y bien común, entre otros.
- Fundamenta su práctica profesional a partir de las bases filosóficas, legales y la organización escolar vigentes.
- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.

Competencias disciplinares

Demuestra comprensión profunda de los conceptos y principios físicos fundamentales, al plantear, analizar, resolver problemas y evaluar sus soluciones y procesos.

- Plantea problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Analiza problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Resuelve problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Evalúa soluciones y procesos de problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Argumenta al plantear, analizar, resolver problemas y evaluar sus soluciones con base en el soporte teórico de la física.

Construye y compara modelos mentales y científicos, identificando sus elementos esenciales y dominios de validez, como base para la comprensión de los fenómenos físicos.

- Construye modelos mentales para explicar fenómenos físicos identificando sus elementos esenciales y dominio de validez.
- Compara modelos mentales de fenómenos físicos con modelos conceptuales estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos y valorando las ventajas y desventajas de unos y otros.

Utiliza representaciones múltiples para explicar conceptos, procesos, ideas, procedimientos y métodos del ámbito de la física.

- Interpreta información dada mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Construye representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Fundamenta el uso de una representación en particular de acuerdo a la intención comunicativa.

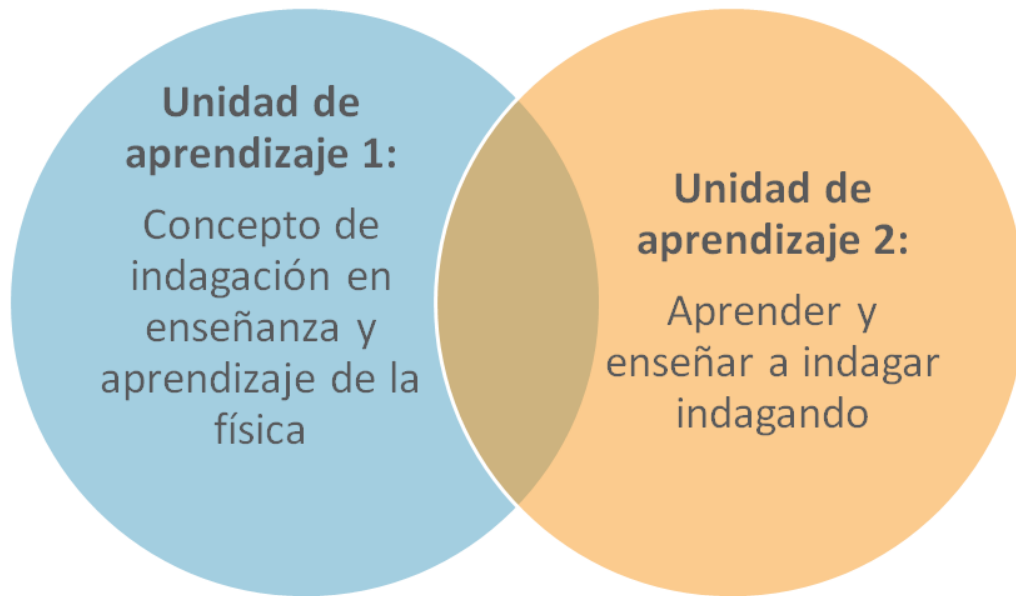
Diseña y selecciona experimentos como base para la construcción conceptual de la física.

- Diseña y ejecuta experimentos como medio didáctico para la construcción del campo conceptual.
- Evalúa el procedimiento y los resultados de los experimentos diseñados y ejecutados.

Representa e interpreta situaciones del ámbito de la física utilizando las matemáticas como herramienta y lenguaje formal.

- Emplea modelos matemáticos para establecer relaciones entre variables físicas.
- Maneja procedimientos, relaciones y conceptos matemáticos básicos.

Estructura del curso



Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

Para el desarrollo de las actividades de este curso, se sugiere al menos tres reuniones del colectivo docente, para planear y monitorear las acciones del semestre, e incluso acordar evidencia de aprendizaje comunes. Se recomienda incluir a la práctica docente el uso de las tecnologías y el trabajo colaborativo, en tanto que permiten desarrollar de manera transversal las competencias genéricas.

Con objeto de favorecer el desarrollo de las competencias, el profesorado podrá diseñar las estrategias pertinentes a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende. No obstante, en este curso se presentan algunas sugerencias que tiene relación directa con los criterios de evaluación, los productos, las evidencias de aprendizaje y los contenidos disciplinares, así como con el logro del propósito y las competencias, ello a fin de que al diseñar alguna alternativa se cuiden los elementos de congruencia curricular.

El presente curso está estructurado con base en las competencias genéricas, profesionales y disciplinares de la LEyAF que el estudiantado debe desarrollar durante su proceso de formación, a partir del trabajo individual o con sus pares. Se recomienda que el docente a cargo del curso promueva la autonomía de sus estudiantes, el uso de tecnologías de la información y el lenguaje científico que se ha desarrollado en cursos anteriores para que fortalezca la formalidad necesaria en el ámbito científico. El curso es flexible en el sentido de que el docente puede adaptar sus ideas, sus propuestas de enseñanza y aprendizaje, siempre y cuando se cumpla el propósito general.

De ahí que todas las unidades de aprendizaje contribuyen al desarrollo de competencias profesionales y disciplinares. Sin embargo, es importante que recuerde el carácter transversal de las competencias genéricas y las considere como un referente formativo, ya que éstas le permiten al egresado de cualquier licenciatura, regularse como un profesional consciente de los cambios sociales, científicos, tecnológicos y culturales.

Otro aspecto importante a considerar es la interacción entre estudiantes, por ejemplo, al formar equipos, lo cual es una estrategia recomendable, que provoca que el estudiantado trabaje en colaboración para alcanzar objetivos comunes. Éstos se benefician de esta interacción: compartiendo ideas, comprendiendo apropiadamente, articulando su pensamiento y facilita el proceso de formación del conocimiento; aprenden a pensar colaborativamente edificando sobre el entendimiento de los otros y negociando los significados cuando sus ideas difieren.

Se recomienda que el docente a cargo del curso, guíe la identificación del tipo de prácticas que constituyen el conocimiento científico y el tipo de actividades que podrían permitir a los estudiantes apropiarse de dichas prácticas; así como que considere:

- Lo que implica una pedagogía basada en la indagación.
- Los desafíos y el andamiaje que requiere establecer para los estudiantes en el proceso indagatorio.
- El papel de guía del profesor en el proceso indagatorio.

- El papel del estudiante como agente que trata de construir sus significados a través de un proceso indagatorio.
- Estructurar y problematizar la situación que propicie el proceso indagatorio descomponiéndose en varias tareas manejables para los estudiantes.
- Animar a los estudiantes a formular sus propios cuestionamientos, expresar sus ideas y tomar decisiones sobre las dificultades experimentadas.
- Aplicar el conocimiento teórico de la física a un contexto en el que deben planificar.
- Poner en práctica en el laboratorio (o en el contexto escolar) una investigación relacionada con la vida cotidiana y al tipo de apoyo docente necesario.

De acuerdo con Crujeiras y Jiménez Aleixandre (2015), no existen muchos estudios sobre las dificultades implicadas en la práctica de la indagación en el laboratorio. Sin embargo, en la revisión bibliográfica que realizan estas autoras encuentran que en algunos casos se presentan actividades como si fueran de indagación cuando en realidad se presenta al estudiante un procedimiento cerrado para resolverlas. A partir de esto se señalan algunos problemas al utilizar actividades abiertas por indagación que permiten explicar el por qué este enfoque es poco utilizado, aunque sea ampliamente recomendado:

- Los estudiantes elaboran diseños experimentales que proporcionan poca información; no son sistemáticos en la planificación de experimentos y toma de datos.
- Cuando el estudiante propone un diseño, no siempre especifica la cuestión que se ha de investigar, y debido a su etapa de desarrollo cognitivo, las medidas que realizan son sobre aspectos que le son familiares, pero no las que requeriría un control de variables. Por esta razón es muy frecuente que las conclusiones que se establezcan no tengan suficiente apoyo de datos fiables.

También se sugiere que se considere la elaboración de un proyecto por parte de los estudiantes en formación, el cual puede vincularse con los cursos del trayecto Formación para la enseñanza y el aprendizaje y que son del mismo semestre (*Materia y sus interacciones* y *Geometría plana y analítica para Física*), donde para su elaboración consideren a la indagación como una metodología para el aprendizaje.

Además de que se revisen:

- Los programas vigentes de educación secundaria.
- Las referencias sugeridas en el curso.

El docente a cargo deberá de mantenerse en constante actualización en conocimientos de frontera relacionados con la temática del curso.

Sugerencias de evaluación

En congruencia con el enfoque del Plan de Estudios, se propone que la evaluación sea un proceso permanente que permita valorar de manera gradual la manera en que cada estudiante moviliza sus conocimientos, pone en juego sus destrezas y desarrolla nuevas actitudes utilizando los referentes teóricos y experienciales que el curso propone.

La evaluación sugiere considerar los propósitos a lograr y a demostrar en cada una de las unidades del curso, así como su integración final. De este modo se propicia la elaboración de evidencias parciales para las unidades de aprendizaje.

Las sugerencias de evaluación, como se indica en el plan de estudios, consiste en un proceso de recolección de evidencias sobre un desempeño competente del estudiante con la intención de construir y emitir juicios de valor a partir de su comparación con un marco de referencia constituido por las competencias, sus unidades o elementos y los criterios de evaluación; al igual que en la identificación de aquellas áreas que requieren ser fortalecidas para alcanzar el nivel de desarrollo esperado en cada uno de los cursos del Plan de Estudios y en consecuencia en el perfil de egreso.

De ahí que las evidencias de aprendizaje se constituyan no sólo en el producto tangible del trabajo que se realiza, sino particularmente en el logro de una competencia que articula sus tres esferas: conocimientos, destrezas y actitudes.

A continuación, se proponen las siguientes evidencias, de las cuales pueden elegir y considerar las que, a su criterio, sean necesarias para dar cuenta del logro de los propósitos en cada unidad de aprendizaje, así como al cumplimiento, por parte del estudiantado, de los criterios de evaluación sugeridos en cada unidad:

- Presentaciones con herramientas digitales de los conceptos investigados atendiendo las características físicas de las ecuaciones que son parte de un determinado modelo científico.
- Organizador gráfico, producto de las investigaciones.
- Exposición de manera oral o escrita.
- Resumen de lectura con las ideas principales.
- Bitácora.

Se proponen los siguientes instrumentos de evaluación, de los cuales pueden elegir y considerar las que, a su criterio, sean necesarias para dar cuenta del logro de los propósitos en cada unidad de aprendizaje, así como al cumplimiento, por parte del estudiantado, de los criterios de evaluación sugeridos en cada unidad.

Instrumentos de evaluación:

- Matriz de valoración o rúbrica de evaluación: comprensiva y analítica.

- Lista de cotejo.
- Pruebas de desempeño.
- Escalas de apreciación: numéricas, gráficas o descriptivas.
- Registro descriptivo.
- Registro anecdótico.
- Guía de observación.

Se sugiere que el docente formador proponga o diseñe otras, según su criterio o el acuerdo con sus pares. Las ponderaciones podrán ser consensuadas entre el docente y el estudiantado, tomando en consideración los siguientes rubros:

Desempeño

- Sistematicidad
- Aprovechamiento de recursos
- Oportunidad
- Eficiencia
- Eficacia
- Flexibilidad

Logro

- Creatividad
- Pertinencia
- Reproductibilidad
- Efectividad
- Innovación
- Autonomía

Producto

- Calidad
- Funcionalidad
- Claridad comunicativa
- Coherencia
- Viabilidad

Unidad de aprendizaje I. Concepto de indagación en la enseñanza y aprendizaje de la física

Competencias a las que contribuye la unidad de aprendizaje

Competencias genéricas

- Soluciona problemas y toma decisiones utilizando su pensamiento crítico y creativo.
- Aprende de manera autónoma y muestra iniciativa para autorregularse y fortalecer su desarrollo personal.
- Colabora con diversos actores para generar proyectos innovadores de impacto social y educativo.
- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación de manera crítica.
- Aplica sus habilidades lingüísticas y comunicativas en diversos contextos.

Competencias profesionales

Gestiona ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos para propiciar el desarrollo integral de los estudiantes.

- Promueve relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales.

Utiliza la innovación como parte de su práctica docente para el desarrollo de competencias de los estudiantes.

- Utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), y Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) como herramientas de construcción para favorecer la significatividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional con una perspectiva intercultural y humanista.

- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.

Competencias disciplinares

Utiliza representaciones múltiples para explicar conceptos, procesos, ideas, procedimientos y métodos del ámbito de la física.

- Interpreta información dada mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Construye representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Fundamenta el uso de una representación en particular de acuerdo a la intención comunicativa.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Clasifica a la indagación científica como una metodología didáctica, a partir de la lectura de referentes teóricos actuales, para diferenciarla de otras estrategias docentes.

Contenidos

- Significado de indagación científica
- Metodología de Indagación
 - Dewey, Schwab, French, Russell
 - Elementos del proceso de indagación
- Tipos de enseñanza basada en indagación
 - abierta, guiada, acoplada, estructurada.

Actividades de aprendizaje

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la unidad, cada docente formador podrá adaptarlas o sustituirlas de acuerdo a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Como recomendación general para el desarrollo de cada unidad, es necesario que el docente formador genere ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos para favorecer los estilos de aprendizaje en cada estudiante, ello permitirá que formen una identidad docente orientada hacia la promoción de relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales, así como el diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje inclusivos. Asimismo, se sugiere que el trabajo en el aula genere espacios para la solución pacífica de conflictos y situaciones emergentes, no sólo para la resolución de actividades académicas, sino en el cotidiano de la convivencia intercultural.

- Lectura de los artículos “Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje” de Garritz, A. y “La indagación y la enseñanza de las ciencias” de Reyes-Cárdenas, F y Padilla, K. ¹ para hacer un mapa conceptual donde se destaquen los conceptos de indagación según los distintos autores, señalando los énfasis específicos, así como los tipos existentes de la misma.
- Realiza una puesta en común para acordar lo que se entenderá por indagación en enseñanza de la física, para que resulte útil a los estudiantes (pregunta detonante, procedimiento y resultados)

¹ Se recomienda, en lo posible, revisar los artículos originales citados por estos dos artículos.

- Realiza una línea de tiempo para identificar la evolución del concepto desde Dewey (1910), hasta nuestros días.
- Responde con base en investigación bibliográfica si el enfoque indagatorio es igual a trabajo experimental, argumentar la respuesta basado en referencias de investigación en enseñanza de las ciencias.

Evidencias

Cuadro comparativo entre enfoque indagatorio y trabajo experimental.

Criterios de evaluación

Conocimientos

- Clasifica a la indagación científica como una metodología didáctica.
- Describe el concepto indagación en ámbito de la enseñanza de la física.
- Diferencia a la indagación de otras metodologías didácticas.

Habilidades

- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación para búsqueda de información.
- Sintetiza y organiza información utilizando recursos digitales.
- Redacta sus escritos sin faltas de ortografía.

Actitudes

- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.
- Muestra interés en el desarrollo de actividades y participa en el trabajo colaborativo.

Valores

- Valora la diversidad y promueve la convivencia intercultural.
- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de sus pares, así como del personal docente.

Bibliografía básica

A continuación, se presenta un conjunto de textos de los cuales el profesorado podrá elegir aquellos que sean de mayor utilidad, o bien, a los cuales tenga acceso, pudiendo sustituirlos por textos más actuales.

- Garritz, A. (2010). Indagación: Las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 21(2), 106-110.
- Camacho, H., & Casilla, D., & Finol de Franco, M. (2008). La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación. *Laurus*, 14(26), 284-306.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (1998) Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21529/21363>
- Devés, R., & Reyes, P. (2007). Principios y estrategias del Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI). *Rev. Pensamiento Educativo*, 41(2), 115-131. Disponible en: http://bibliorepo.umce.cl/libros_electronicos/magister/mag_19_115_131.pdf
- Charpak, G., Léna, P., Quéré, I. (2006). *Los niños y la ciencia. La aventura de "La mano en la masa"*. Siglo Veintiuno Editores. Argentina.
- Reyes-Cárdenas, F y Padilla, K. (2012), La indagación y la enseñanza de las ciencias, *Educación Química*, 23 (4), 415-421. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/64282>

Bibliografía complementaria

- Couso D. (2014). "De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica". *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*, 26. Recuperado de: http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf
- Crujeiras, B y Jiménez Aleixandre, M.P. (2015), *Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas*, *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (1), 63-83. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>
- Lloyd H. B. (2006) *A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards*, *Journal of Science Teacher Education*, 17:3, 265-278. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9008-5>
- Martínez-Chico, M, López-Gay, R., Jiménez-Liso, M.R., Trabalón Oller, M. (2017) *Una propuesta integrada para la formación inicial de maestros: desde el aprendizaje de ciencias mediante indagación y modelización a la competencia para enseñar ciencias*, *Enseñanza de las Ciencias*, número extraordinario X Congreso Internacional sobre Investigación en didáctica de las Ciencias, 115- 121. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/184704?ln=es>

Recursos de apoyo

Revistas de investigación en la enseñanza de las ciencias:

- Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas
<http://ensciencias.uab.es/>
- Educación Química
<http://www.educacionquimica.info/>
- Latin American Journal of Physics Education
<http://www.lajpe.org/>
- Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka>
- Revista Enseñanza de la Física
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF>

Unidad de aprendizaje II. Aprender y enseñar a indagar, indagando

Competencias a las que contribuye la unidad de aprendizaje

Competencias genéricas

- Soluciona problemas y toma decisiones utilizando su pensamiento crítico y creativo.
- Aprende de manera autónoma y muestra iniciativa para autorregularse y fortalecer su desarrollo personal.
- Colabora con diversos actores para generar proyectos innovadores de impacto social y educativo.
- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación de manera crítica.
- Aplica sus habilidades lingüísticas y comunicativas en diversos contextos.

Competencias profesionales

Utiliza conocimientos de la Física y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo a las características y contextos de los estudiantes a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigentes

- Identifica marcos teóricos y epistemológicos de la Física, sus avances y enfoques didácticos para la enseñanza y el aprendizaje.
- Caracteriza a la población estudiantil con la que va a trabajar para hacer transposiciones didácticas congruentes con los contextos y los planes y programas.
- Articula el conocimiento de la Física y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.
- Relaciona sus conocimientos de la Física con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

Diseña los procesos de enseñanza y aprendizaje de acuerdo con los enfoques vigentes de Física, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes significativos.

- Reconoce los procesos cognitivos, intereses, motivaciones y necesidades formativas de los estudiantes para organizar las actividades de enseñanza y aprendizaje.
- Propone situaciones de aprendizaje de la Física, considerando los enfoques del plan y programa vigentes; así como los diversos contextos de los estudiantes.
- Relaciona los contenidos de la Física con las demás disciplinas del Plan de Estudios vigente.

Evalúa los procesos de enseñanza y aprendizaje desde un enfoque formativo para analizar su práctica profesional.

- Valora el aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a la especificidad de la Física y los enfoques vigentes.
- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la Física.
- Reflexiona sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, y los resultados de la evaluación, para hacer propuestas que mejoren su propia práctica.

Gestiona ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos para propiciar el desarrollo integral de los estudiantes.

- Emplea los estilos de aprendizaje y las características de sus estudiantes para generar un clima de participación e inclusión.
- Utiliza información del contexto en el diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje incluyentes.
- Promueve relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales.

Utiliza la innovación como parte de su práctica docente para el desarrollo de competencias de los estudiantes.

- Implementa la innovación para promover el aprendizaje de la Física en los estudiantes.
- Diseña y/o emplea objetos de aprendizaje, recursos, medios didácticos y tecnológicos en la generación de aprendizajes de la Física.
- Utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), y Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) como herramientas de construcción para favorecer la significatividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional con una perspectiva intercultural y humanista.

- Sustenta su labor profesional en principios y valores humanistas que fomenten dignidad, autonomía, libertad, igualdad, solidaridad y bien común, entre otros.
- Fundamenta su práctica profesional a partir de las bases filosóficas, legales y la organización escolar vigentes.
- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.

Competencias disciplinares

Demuestra comprensión profunda de los conceptos y principios físicos fundamentales, al plantear, analizar, resolver problemas y evaluar sus soluciones y procesos.

- Plantea problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Analiza problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.

- Resuelve problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Evalúa soluciones y procesos de problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Argumenta al plantear, analizar, resolver problemas y evaluar sus soluciones con base en el soporte teórico de la física.

Construye y compara modelos mentales y científicos, identificando sus elementos esenciales y dominios de validez, como base para la comprensión de los fenómenos físicos.

- Construye modelos mentales para explicar fenómenos físicos identificando sus elementos esenciales y dominio de validez.
- Compara modelos mentales de fenómenos físicos con modelos conceptuales estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos y valorando las ventajas y desventajas de unos y otros.

Utiliza representaciones múltiples para explicar conceptos, procesos, ideas, procedimientos y métodos del ámbito de la física.

- Interpreta información dada mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Construye representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Fundamenta el uso de una representación en particular de acuerdo a la intención comunicativa.

Diseña y selecciona experimentos como base para la construcción conceptual de la física.

- Diseña y ejecuta experimentos como medio didáctico para la construcción del campo conceptual.
- Evalúa el procedimiento y los resultados de los experimentos diseñados y ejecutados.

Representa e interpreta situaciones del ámbito de la física utilizando las matemáticas como herramienta y lenguaje formal.

- Emplea modelos matemáticos para establecer relaciones entre variables físicas.
- Maneja procedimientos, relaciones y conceptos matemáticos básicos.

Propósito de la unidad de aprendizaje

El presente curso pretende que el estudiante normalista implemente la metodología de indagación física mediante el planteamiento y resolución de problemas relacionados con temáticas de mecánica clásica, para que se apropie de los elementos que conforman el proceso de indagación. Asimismo, diseñe un proceso de indagación para el aula con base en la metodología de indagación científica, para que favorezca sus habilidades investigativas en la enseñanza de la Física.

Contenidos

- Proceso de indagación
 - Identificación y planteamiento de preguntas
 - Definición y análisis del problema y elaboración de hipótesis
 - Investigación documental
 - Formulación de explicaciones
 - Planteamiento de problemas
 - Diseño y planificación de la investigación
 - Comunicación de resultados
 - Evaluación del proceso indagatorio

Actividades de aprendizaje

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la unidad, cada docente formador podrá adaptarlas o sustituirlas de acuerdo a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Como recomendación general para el desarrollo de cada unidad, es necesario que el docente formador genere ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos para favorecer los estilos de aprendizaje en cada estudiante, ello permitirá que formen una identidad docente orientada hacia la promoción de relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales, así como el diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje inclusivos. Asimismo, se sugiere que el trabajo en el aula genere espacios para la solución pacífica de conflictos y situaciones emergentes, no sólo para la resolución de actividades académicas, sino en el cotidiano de la convivencia intercultural.

Actividades para el primer propósito de la unidad

El proceso que se recomienda en Garritz (2010) para realizar indagación, se divide en 7 pasos:

1. Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación.
2. Definir y analizar correctamente el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes.
3. Reunir información bibliográfica y documental para que sirva de prueba.
4. Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas.
5. Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes.
6. Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones: (reflexionar sobre las observaciones y fomentar la búsqueda de patrones en la información; generar relaciones hipotéticas y pruebas entre las variables; postular factores causales potenciales; evaluar la consistencia empírica de la información; Hacer uso de analogías y/o de la intuición

para ayudar a conceptualizar los fenómenos; formular y manipular modelos físicos y mentales; utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos; pensar crítica y lógicamente para desarrollar predicciones, explicaciones y modelos empleando las pruebas; coordinar los modelos teóricos con la información; evaluar las explicaciones alcanzadas con algún modelo científico; comunicar hechos y procedimientos científicos en la clase).

7. Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación.

De forma adicional, se cree pertinente anexar un punto complementario que permita establecer si la pregunta inicial sirve para establecer una indagación:

8. Evaluación del proceso de indagación.

Bajo este esquema, en seguida se da un ejemplo del tipo de actividades que puede elaborar el profesor a cargo del curso siguiendo estos pasos para que los estudiantes logren los propósitos de la unidad, así como fomentar las competencias genéricas, profesionales y sobre todo las disciplinares, dicha actividad se relaciona con temas de física abordados en cursos del primer y segundo semestre de la licenciatura, son de carácter indicativo, por lo que el docente a cargo puede optar por otras temáticas relacionadas con la Física que mejor se adapten a su contexto y logren disponer al estudiante al aprendizaje.

- Respecto al **primer punto**, identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación, para desarrollar preguntas que pueden ser de interés se propone observar estas dos competencias:
- - saltoconpértiga (2015). Final pértiga femenina-Mundial Pekin 2015 [YouTube]. Disponible en:<https://www.youtube.com/watch?v=m3qmLV3H7sk>
 - Olympic (2016). Rio Replay: Men's Pole Vault Final [YouTube]. Disponible en:<https://www.youtube.com/watch?v=iVVeH7QMIZQ>

Después de observar las competencias, el docente plantea las siguientes preguntas a los estudiantes, más las que ellos puedan incorporar:

- ¿Qué factores influyen para que el o la garrochista logre pasar la barra transversal?
- ¿Habrá un límite para la altura que se pueda saltar un garrochista sin considerar una limitación en el largo de la garrocha?
- ¿Por qué las garrochistas aparentemente saltan menos altura que los garrochistas profesionales, a pesar que en competencias amateur no hay diferencia?

Se recomienda consultar este video de competencias amateur para reforzar esta última afirmación.

Noel3Ds (2010). Salto con garrocha 2010 [YouTube]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=WInmL-UqrVE>

Con respecto al **segundo paso**: definir y analizar correctamente el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes, el docente a los estudiantes que establezcan posibles respuestas a través del análisis de los movimientos de los y las garrochistas con base en los conocimientos que manejan para definir qué aspectos relevantes son cruciales para determinar las respuestas a las preguntas y su verificación, y en caso de que el conocimiento que manejan, no sea suficiente, establecer qué es lo que se tiene que investigar y comprender para poder dar respuesta a las cuestiones planteadas en un inicio. El docente a cargo del grupo tiene el papel de guía, al sugerir caminos para establecer respuestas, así como el conocimiento necesario para formular hipótesis y establecer respuestas basadas en la evidencia. Se propone que lo anterior se realice en plenaria con sus estudiantes, si fuese el caso, se deberán establecer equipos de discusión, el contenido que se quiere que el estudiante comprenda es el referente a la mecánica de cuerpo rígido y elástico, al darse cuenta que el conocimiento para responder a las preguntas va más allá de la dinámica de una partícula revisada en el curso de *Mecánica* y tienen que comprender lo correspondiente a lo de su curso de *Materia y sus interacciones*.

- Para el **tercer paso**, reunir información bibliográfica y documental para que sirva de prueba, se establece ya sea de manera individual o por equipos, una investigación documental, tanto del deporte que se está analizando como de la teoría que podría explicar y responder a las preguntas iniciales, para este apartado el docente propone consultar en primera instancia las referencias de la primera unidad del curso de *Materia y sus interacciones*, cuyo contenido sobre sistema de partículas y cuerpo rígido puede ser de ayuda, además de revisar material sobre la técnica utilizada en el salto de garrocha (también llamado salto con pértiga), como por ejemplo este video:
-Javi Nava [Productor], (2011). Salto con pértiga. Fundamentos técnicos. Concentración de Aleix y Alvaro, octubre 2010 [YouTube]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=MutXXAVaRSk>

o cualquier otro video, documento o referencia que les pueda servir para establecer una respuesta que se base en la evidencia, es muy importante que en esta etapa el docente no diga directamente a los estudiantes que hacer, sino que los guíe estableciendo sugerencias más que estableciendo un camino concreto a seguir. El propósito es que el estudiante haga su propio camino sin salirse de ciertos límites que se deben establecer, como el tiempo en que realizarán la investigación y la recopilación de información al respecto, así como su comprensión y análisis para formular respuestas a las cuestiones iniciales.

En el **cuarto paso**, formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas, para este paso el docente propone establecer un organizador gráfico,

donde se planteen las preguntas iniciales, las diferentes hipótesis, así como las pruebas documentales que las sustentan y las referencias teóricas (conceptos, teoremas y principios de la dinámica de un sistema de partículas y del cuerpo rígido), con base en él establecen las explicaciones al problema planteado y formulan una primera respuesta a las cuestiones iniciales.

En el **quinto paso**, plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes, posiblemente los problemas de la vida cotidiana sólo se podrán plantear si en el contexto de los estudiantes está presente esta prueba de atletismo, el docente a cargo del grupo puede guiar a los estudiantes a fijarse en los aspectos históricos del deporte, y como a través del paso del tiempo las marcas han mejorado sustancialmente, y con ello formularse nuevas cuestiones cuyas respuestas puedan contribuir a responder a las cuestiones iniciales, estas preguntas pueden ser como: ¿qué es lo que diferenciaban a los garrochistas de antes de los garrochistas actuales?, esto implica una nueva investigación documental en otra línea, es decir, regresar al segundo paso, sin embargo esto refleja que la indagación si bien se establece en pasos, no necesariamente tiene por qué seguir un orden.

En el **sexto paso**, diseñar y conducir el trabajo de investigación a través de diversas acciones, esto implica como lo ya citado de Garritz (2010), que el estudiante a partir de la información obtenida debe de reflexionar sobre las observaciones y fomentar la búsqueda de patrones en la información, generar relaciones hipotéticas y pruebas entre las variables establecidas, postular factores causales potenciales, evaluar la consistencia empírica de la información, hacer uso de analogías o de la intuición para ayudar a conceptualizar los fenómenos (que el garrochista logre pasar la barra), formular y manipular modelos físicos y mentales, utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos, pensar crítica y lógicamente para desarrollar predicciones, explicaciones y modelos empleando las pruebas, coordinar los modelos teóricos con la información, evaluar las explicaciones alcanzadas, con algún modelo científico, comunicar hechos y procedimientos científicos. *A través de estas acciones, el estudiante con la guía del docente deberá establecer respuestas a las preguntas y reformularse según sus nuevas evidencias o procesos cognitivos, así como de la incorporación de conocimiento nuevo.*

En el **séptimo paso**, compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación; se propone que se utilice alguna estrategia de comunicación de información por parte de los estudiantes, ya sea una exposición oral con el uso de TIC, TAC y TEP, o la elaboración de un material audiovisual donde compartan lo aprendido y el proceso que llevaron, el instrumento de evaluación de dicho producto se deja a criterio del docente a cargo del curso.

En el **octavo y último paso**, evaluación del proceso de indagación; se requiere que el docente en formación evalúe el proceso que llevó a cabo, con la intención de que haga una reflexión metacognitiva y pueda elaborar en un futuro un proceso

de indagación de manera independiente, ya sea para sí mismo o para la enseñanza y aprendizaje de la Física con sus futuros alumnos. Por lo que al concluir los pasos anteriores es necesario reflexionar en lo realizado, ¿qué se hizo? y ¿por qué se hizo?, aquí se sugiere identificar cómo comenzó el proceso de indagación, los pasos que siguieron, dándose cuenta en la estructura que utilizaron para llegar a ese resultado, y este puede aplicarse para abordar ciertas temáticas relacionadas con actividades de su vida escolar y cotidiana.

Actividades para el segundo propósito de la unidad

- Utilizar los programas de estudios de la educación básica y media superior para física y analizar los contenidos y competencias en los cuales se puede aplicar esta metodología.
- Revisión bibliográfica de artículos o libros sobre temas propuestos de indagación. Sugerencias: Domènech (2014); Romero et al (2016); Couso (2014); Solbes (2007).
- Adecuación de procesos de indagación consultados en materiales bibliográficas.
- Construcción de un proceso de indagación. Realización de una propuesta de indagación para un tema concreto.

Evidencias

- Bitácora del proceso de indagación llevado por sí mismo.
- Diagrama heurístico para la elaboración de un proceso de indagación basado en un aprendizaje esperado de educación básica o media superior.
- Exposición de su diagrama heurístico.

Criterios de evaluación

Conocimientos

- Explica la metodología de indagación científica.
- Describe el proceso de indagación científica.

Habilidades

- Diseña un proceso de indagación científica.
- Planea y organiza actividades relacionadas con el proceso de indagación.
- Implementa la metodología de indagación científica
- Registra evidencias de su proceso de indagación.
- Comunica su proceso de indagación a sus pares.
- Utiliza las TIC, TAC y TEP, para favorecer la significatividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actitudes

- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.
- Muestra interés en el desarrollo de actividades y participa en el trabajo colaborativo.
- Muestra una actitud abierta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.
- Muestra capacidad para indagar en diversas fuentes

Valores

- Valora la diversidad y promueve la convivencia intercultural.
- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de sus pares, así como del personal docente.

Bibliografía básica

A continuación, se presenta un conjunto de textos de los cuales el profesorado podrá elegir aquellos que sean de mayor utilidad, o bien, a los cuales tenga acceso, pudiendo sustituirlos por textos más actuales.

Garritz, A.; Labastida-Piña, D.; Espinosa, J. y Padilla, K. (2009). El conocimiento didáctico del contenido de la indagación. un instrumento para capturarlo. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 723-727 Recuperado de: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-723-727.pdf>

Domènech, J. (2014) ¿Cómo medimos? Siete contextos de indagación para detectar y corregir concepciones erróneas sobre magnitudes y unidades. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 11(3), 398-409 Recuperado de: <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16591/09-501.Domenech.pdf?sequence=6>

Vílchez González, J. M., & Bravo Torija, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 0185-202. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2015v33n1/edlc_a2015v33n1p185.pdf

Bibliografía complementaria

Couso D. (2014). "De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica". *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*, 26. Recuperado de: http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenarialInaugural.pdf

Elder L. y Paul R. (2002) El Arte de Formular Preguntas Esenciales.

<https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-AskingQuestions.pdf>

Solbes, J. (2007), Una propuesta para la enseñanza aprendizaje de la energía y su conservación basada en la investigación en didáctica de las ciencias, *Revista de Enseñanza de la Física*, 20 (1 y 2), 65 - 90. Recuperado de:

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/viewFile/8049/8904>

Romero M., Aguirre D, Quesada A., Abril A. y García F. (2016) ¿Lana o metal? Una propuesta de aprendizaje por indagación para el estudio de las propiedades térmicas de materiales comunes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 297-311. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_2_7_ex1017.pdf

Recursos de apoyo

Revistas de investigación en la enseñanza de las ciencias:

- Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas <http://ensciencias.uab.es/>
- Latin American Journal of Physics Education <http://www.lajpe.org/>
- Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka>
- Revista Enseñanza de la Física
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF>

Perfil docente sugerido

Perfil académico

- Licenciatura en el área de educación con especialidad en Física; en Física, o ingeniería (Civil, Eléctrica y Electrónica, Geofísica, Geológica, Mecatrónica, Mecánica, Telecomunicaciones, Petrolera, Química, Ciencias de la Tierra, Física Biomédica) con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación)
- Preferentemente maestría o doctorado en el área de educación con especialidad en Física o maestría en Ciencias Físico - Matemáticas con formación para la docencia (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación)
- Deseable: Experiencia de investigación en el área de enseñanza y aprendizaje de la Física

Nivel académico

- Obligatorio nivel de licenciatura en el área de educación con especialidad en Física; en Física, o ingeniería (Civil, Eléctrica y Electrónica, Geofísica, Geológica, Mecatrónica, Mecánica, Telecomunicaciones, Petrolera, Química, Ciencias de la Tierra, Física Biomédica) con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación)
- Maestría o doctorado en el área de educación con especialidad en física o maestría físico-matemática, Astrofísica, Ciencias Físicas (Física Médica, Física) con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación)
- Deseable: Experiencia de investigación en el área de enseñanza y aprendizaje de la Física

Experiencia docente para:

- Conducir grupos de nivel básico (secundaria), nivel medio superior (bachillerato) y/o educación superior.
- Planear y evaluar por competencias.
- Utilizar las TIC y las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Retroalimentar oportunamente el aprendizaje de los estudiantes.

Experiencia profesional

- Docente de educación superior con antigüedad mínima de dos años.
- Referida a la experiencia laboral en la profesión sea en el sector público o privado.

Referencias del curso

Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science*, 31 (787), 121-127.

Crujeiras y Jiménez Aleixander (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (1), 63-83. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Reyes F., y Padilla K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23 (4), 415-421.

Högström, P., Ottander, C. y Benckert, S. (2010). Lab work and learning in secondary school chemistry: the importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, 40, 505-523.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11165-009-9131-3>

NGSS Lead States (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington, DC:
National Academies Press.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (2013). PISA 2015 Draft Science Framework. OECD.