



Licenciatura en Enseñanza
y Aprendizaje de las Matemáticas

Plan de Estudios 2022

Estrategia Nacional de Mejora
de las Escuelas Normales

Programa del curso

**Procesos cognitivos
y cambio conceptual
en matemáticas y ciencias**

Quinto semestre

Primera edición: 2024

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

D.R. Secretaría de Educación Pública, 2022

Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México

Trayecto formativo: **Bases teóricas y metodológicas de la práctica**

Carácter del curso: **Currículo Nacional Base** Horas: **4** Créditos: **4.5**

Índice

Propósito y descripción general del curso.....	5
Cursos con los que se relaciona.....	10
Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso.....	12
Estructura del curso.....	18
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza.....	19
Sugerencias de evaluación.....	25
Unidad de aprendizaje I. Procesos cognitivos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias.....	28
Unidad de aprendizaje II. El cambio conceptual en matemáticas y ciencias.....	39
Evidencia integradora del curso.....	51
Perfil académico sugerido.....	53
Referencias de este programa.....	54

Propósito y descripción general del curso

Propósito general

Que el estudiantado normalista reconozca y analice procesos cognitivos y cambios conceptuales en el estudio de las matemáticas y ciencias, de manera particular en las producciones de estudiantes de secundaria y media superior, reflexionen sobre la implicación de sus prácticas en esos procesos e innoven en el diseño de propuestas mediante los referentes conceptuales abordados en el curso, los métodos, técnicas e instrumentos de la investigación, y los ajustes razonables derivados del análisis, de tal forma que las apliquen de manera sistemática en la planificación, el desarrollo de su práctica y la evaluación de los aprendizajes y mejoren la construcción de saberes docentes.

Antecedentes

Como lo señala Rivas (2008), un proceso consiste en una serie de operaciones mediante las que una cosa se transforma en otra.

El concepto de procesos cognitivos es polisémico, ya que depende del contexto en que se explique, por lo que se recupera la concepción de González y León (2013) para desarrollar este curso, por lo que se enfocará desde el ámbito educativo.

Con respecto al estudio de los procesos cognitivos, Rivas (2008) menciona un ejemplo donde se vinculan procesos como la atención, la percepción y la memoria:

“Es este momento un lector está procesando información mediante una serie de actividades mentales o procesos cognitivos, atribuyendo significado a lo que percibe, como el proceso de concentración de la *atención* a las sucesivas líneas del texto; el proceso de *percepción* de trazos de las letras y cada palabra como un todo, relacionada con los demás, identificándolas mediante patrones de reconocimiento, adquiridos y codificados en la *memoria*. Por el proceso de su recuperación de la memoria evoca o actualiza el respectivo conocimiento ya disponible en la misma, vocabulario, destrezas lectoras, etc.” (p. 66).

También afirma Rivas (2008), que las relaciones entre lo ahora percibido y las experiencias o conocimientos evocados implican la comprensión del texto o elaboración del significado. Asimismo, el lector podría analizar o pensar en las operaciones que realiza, que constituirá el proceso denominado metacognición. Mediante otro proceso mental, el lector puede tomar la

decisión de continuar con la lectura del párrafo siguiente o abandonarla para realizar otra actividad.

El desarrollo de los procesos cognitivos prepara al estudiante para adaptarse mejor a los cambios que se producen en la escuela y la sociedad del conocimiento, asimilar las nuevas tecnologías e incorporarse al mercado laboral, en suma, para poder actuar de forma pertinente en todos los ámbitos de la vida.

El estudiante que involucra sus procesos cognitivos en diversas tareas, más que aumentar su potencial intelectual, habrá desarrollado habilidades intelectuales de orden superior que le permitirán acceder a cualquier tipo de conocimiento, ya que será capaz de establecer objetivos, controlar y coordinar intentos deliberados de aprender, planificar tareas, revisar resultados, evaluar secuencias de su aprendizaje y el de los demás y aplicar lo aprendido. Además, el estudiante autorregulado genera sentimientos y motivaciones que le ayudan a alcanzar sus metas y confiar en su autoeficacia.

Desde nuestra perspectiva, los procesos cognitivos, en particular en la enseñanza aprendizaje de las matemáticas y las ciencias, han sido escasamente abordados en el aula, donde generalmente se trabajan las disciplinas enfocándose en conceptos y el uso de técnicas y algoritmos para la comprensión y resolución de problemas. Si bien, eso es necesario, no es suficiente para que el alumnado pueda pensar de manera reflexiva, analítica y creativa para que trascienda en el aula y fuera de esta.

De acuerdo con el enfoque para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, una de las tareas que favorecen el estudio de esta disciplina es que los estudiantes desarrollen la habilidad de resolver situaciones problemáticas específicas, en las que se adapta la información y las actividades de enseñanza de acuerdo con las situaciones planteadas, esto coincide con Cervera (1998) cuando manifiesta: "Se les enseña a los alumnos (as) a resolver problemas tipo, para los cuales la estrategia enseñada es casi algorítmica, o bien, incorporan estrategias de resolución propias, las cuales pueden conducirlos a razonamientos correctos, pero también a incorrectos" (p. 4).

Contribuir al desarrollo de procesos cognitivos los prepara para abordar la complejidad de los problemas de la vida cotidiana, favorece el planteamiento y su resolución, les permite tener un cuidado de sí mismos y de los demás, a través de la conciencia de sí y de su relación con el mundo, brinda los medios para una buena salud socioemocional, y entender la importancia de los vínculos consigo mismo, con los demás y con el mundo.

El pensar es una actividad inherente al ser humano y, parafraseando a Dewey (1989), no podemos enseñarles a otros a pensar. En ese sentido, consideramos que, como formadores de docentes, debemos tener el conocimiento necesario para generar en los estudiantes procesos cognitivos, que se transforman en capacidades para resolver los problemas que enfrentarán, tanto en su vida cotidiana, como profesional, puesto que esos procesos son la base fundamental para arribar a formas más complejas del pensamiento. Dewey (1989) expresa que “lo que constituye el pensamiento reflexivo es el examen activo, persistente y cuidadoso de toda creencia o supuesta forma de conocimiento a la luz de los fundamentos que la sostienen y las conclusiones a las que tiende” (p. 24).

Por su parte, Chevallard, Bosch y Gascón (1997), establecen un postulado y un enfoque en los que expresan lo siguiente:

Para modificar el rendimiento de los alumnos el factor decisivo es la conducta docente y que ésta puede explicarse, a su vez, en función del pensamiento del profesor. En el "pensamiento del profesor" se incluyen sus expectativas, su manera de concebir la enseñanza de las matemáticas y su forma no menos espontánea de interpretar el saber matemático. En este enfoque se considera que la formación del profesor debe empezar por la transformación del "pensamiento docente" espontáneo en un sentido análogo a la necesidad de transformar el pensamiento espontáneo del alumno, sus preconceptos o errores conceptuales, para posibilitar su aprendizaje. (pp. 71-72).

También es importante que los estudiantes entiendan los procesos involucrados en el cambio conceptual en matemáticas y ciencias. Esto les ayudará a entender que el conocimiento no se requiere una vez y para siempre, que se trata de procesos paulatinos de rupturas y cambios en muchas ocasiones asociados con el desarrollo y ritmos diferenciados, los cuales dependen fuertemente del contexto. Sin duda, es ampliamente deseable que el cambio conceptual esté acompañado de procesos metacognitivos. Podemos definir a la metacognición como: “el conocimiento que tenemos de nosotros mismos como aprendices, de nuestras potencialidades y limitaciones cognitivas y de otras características personales que pueden afectar el rendimiento en una tarea” (Osses Bustingorry y Jaramillo Mora, 2008).

Así pues, este curso brinda las bases teóricas que posibilitan al futuro docente fundamentar los proyectos comunitarios, las estrategias de intervención y las posibilidades de la evaluación formativa.

Descripción

El curso *Procesos cognitivos y cambio conceptual en matemáticas y ciencias*, de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas, se ubica en el quinto semestre. Pertenece al Trayecto Formativo: Bases teóricas y metodológicas de la práctica, de la fase 2 de profundización, con una carga de 4 horas semanales y 4.5 créditos.

Este curso está enfocado, epistemológica y didácticamente, en el constructivismo, desde la reflexión y el análisis de la formación inicial. Se constituye como un curso teórico práctico basado en una alternativa metodológica. Denominamos alternativa metodológica a la opción que se tiene de elegir, entre otras, un proceso organizado y coherente, en el que, de manera holística y sistematizada, se orienta a las y los futuros docentes de matemáticas en la manera de abordar el tratamiento de los elementos esenciales del conocimiento. Su importancia radica en orientar, activar y desarrollar las mejores maneras de pensar que les sean útiles para transitar en el mundo cotidiano; que se reconozcan para que sean utilizadas en el estudio de las matemáticas y las ciencias en educación secundaria y media superior.

Este curso tiene como antecedente todos los cursos del trayecto Bases teóricas y metodológicas de la práctica. El estudio del primer curso denominado *Desarrollo en la adolescencia y juventud* aportó un marco de referencia para entender las transformaciones cognitivas, emocionales y sociales que experimentan los adolescentes y jóvenes, influyendo en su capacidad para aprender y aplicar conceptos matemáticos y científicos de manera significativa. Integrar estos cursos en el currículo favorecen en los estudiantes de la licenciatura, el desarrollo de capacidades sólidas que respondan a las necesidades y características evolutivas de sus futuros estudiantes, promoviendo así un aprendizaje matemático y científico más efectivo y enriquecedor. La relación entre el presente curso y *Desarrollo en la adolescencia y juventud* es fundamental para comprender y abordar de manera integral la enseñanza de estas disciplinas en contextos educativos diversos.

El curso *Desarrollo socioemocional*, del segundo semestre aporta un marco conceptual para explorar las dimensiones afectivas y sociales que influyen en el aprendizaje y desarrollo de los estudiantes. La interrelación entre estos dos cursos juega un papel crucial en la formación integral de los docentes en formación. Integrar ambos cursos en el currículo permite a los futuros educadores no solo entender los procesos cognitivos de aprendizaje en matemáticas y ciencias, sino también considerar cómo factores emocionales

y sociales pueden afectar la adquisición de estos conocimientos. Esto facilita la implementación de estrategias pedagógicas que fomenten un ambiente de aprendizaje inclusivo y que promuevan el desarrollo integral de los estudiantes en todas sus dimensiones.

El tercer curso de este trayecto formativo, *Teorías y modelos de aprendizaje*, proporciona un marco teórico diverso que incluye enfoques constructivistas, socioconstructivistas, cognitivos, y socioculturales, entre otros, permitiendo que los estudiantes normalistas comprendan las bases teóricas detrás de diferentes estrategias pedagógicas y métodos de enseñanza. Integrar estos cursos en el currículo proporciona a los futuros educadores una comprensión profunda de cómo seleccionar, diseñar y aplicar estrategias educativas efectivas que promuevan un aprendizaje matemático y científico significativo y duradero en sus futuros estudiantes.

El cuarto curso del mismo trayecto formativo es *Neurociencias y educación*, en el cual se aportaron las bases para entender los principios neurocientíficos que explican cómo se forman las conexiones neuronales, cómo se procesa la información y cómo se consolidan los aprendizajes en el cerebro. Integrar estos cursos en el currículo permite a los futuros docentes comprender mejor los fundamentos biológicos y cognitivos del aprendizaje, facilitando la aplicación de estrategias pedagógicas basadas en evidencia neurocientífica para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje en matemáticas y ciencias. Esta integración fortalece la capacidad de los educadores para adaptar sus prácticas educativas a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo así un aprendizaje más efectivo y significativo. La relación entre estos dos cursos es fundamental para proporcionar a los futuros educadores un entendimiento profundo sobre cómo ocurre el aprendizaje en el cerebro y cómo aplicar estos conocimientos en la práctica educativa.

Cursos con los que se relaciona

Prácticamente se relaciona de manera integral con todos los cursos de cada uno de los trayectos formativos; de manera fundamental, incidirá en: Práctica profesional y saber pedagógico; Formación pedagógica, didáctica e interdisciplinar. No obstante, se coordina estrechamente con los siguientes cursos: *Metodologías activas para la interdisciplinariedad, Análisis y desarrollo curricular, Estrategias para la atención diversificada en matemáticas; Teorías y modelos de aprendizaje, y, Didáctica de las matemáticas en educación básica.*

En el apartado anterior se hizo énfasis en los antecedentes que aportan cada uno de los cursos del trayecto formativo Bases teóricas y metodológicas de la práctica. Cabe señalar que, al igual que este curso, todos los cursos de este quinto semestre pertenecen a la Fase 2 de Profundización y contribuyen con el logro del propósito del curso *Investigación e innovación de la práctica docente* del trayecto formativo Práctica profesional y saber pedagógico; también existe una articulación curricular vertical con los demás cursos, sobre todo con aquellos que forman parte de la flexibilidad curricular.

Los cursos *Cálculo integral y Estadística inferencial* se asocian con el curso *Procesos cognitivos y cambio conceptual en matemáticas y ciencias* en la medida en que el desarrollo de proyectos, la vinculación interdisciplinaria, la construcción de saberes matemáticos, científicos y comunitarios y, sobre todo, el pensamiento crítico que subyace en estas construcciones teóricas y metodológicas involucra procesos cognitivos y su desarrollo, y, demanda cambios conceptuales, los cuales son indispensables para la generación de saberes y conocimientos.

Responsables del codiseño del curso

Este curso fue elaborado las y los docentes normalistas: Juan Manuel Córdoba Medina de la Escuela Normal Superior del Estado de México; Alejandra Avalos Rogel, Carolina Rubí Real Ortega y Maricela Bonilla González de la Escuela Normal Superior de México; Ma. Otilia Pastrana Galarza del Centro de Actualización del Magisterio de Iguala; Lidia Díaz Gama de la Escuela Particular Normal Superior "Lic. Benito Juárez" de Cuernavaca; Hebert Erasmo Licon Rivera del Instituto de Estudios Superiores de Educación Normal "Gral. Lázaro Cárdenas del Río".

Así como especialistas en el diseño curricular: Julio César Leyva Ruiz, Gladys Añorve Añorve, Sandra Elizabeth Jaime Martínez y María del Pilar González Islas, de la Dirección General de Educación Superior para el Magisterio.

Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso

Perfil general

Planifica, desarrolla y evalúa su práctica docente al considerar las diferentes modalidades y formas de organización de las escuelas.

Diseña y gestiona ambientes de aprendizaje presenciales, híbridos y a distancia, respondiendo creativamente a los escenarios cambiantes de la educación y el contexto; posee saberes y dominios para participar en la gestión escolar, contribuir en los proyectos de mejora institucional, fomentar la convivencia en la comunidad educativa y vincular la escuela a la comunidad.

Cuenta con una formación pedagógica, didáctica y disciplinar sólida para realizar procesos de educación inclusiva de acuerdo con el desarrollo cognitivo, psicológico, físico de las y los estudiantes, congruente con su entorno sociocultural.

Es capaz de diseñar, realizar y evaluar intervenciones educativas situadas mediante el diseño de estrategias de enseñanza, aprendizaje, el acompañamiento, el uso de didácticas, materiales y recursos educativos adecuados, poniendo a cada estudiante en el centro del proceso educativo como protagonista de su aprendizaje.

Produce saber y conocimiento pedagógico, didáctico y disciplinar, reconoce y valora la investigación educativa y la producción de conocimiento desde la experiencia; sabe problematizar, reflexionar y aprender de la práctica para transformarla; ha desarrollado dominios metodológicos para la narración pedagógica, la sistematización y la investigación; está preparado para crear, recrear e innovar en las relaciones y el proceso educativo al trabajar en comunidades de aprendizaje e incorporar en su quehacer pedagógico teorías contemporáneas y de frontera en torno al aprendizaje y al desarrollo socioemocional.

Desarrolla el pensamiento reflexivo, crítico, creativo y sistémico y actúa desde el respeto, la cooperación, la solidaridad, la inclusión y la preocupación por el bien común.

Dominios del saber: saber ser y estar, saber conocer y saber hacer

- Planifica, desarrolla y evalúa la práctica docente de acuerdo con diferentes formas de organización de las escuelas (completas,

multigrado) y gestiona ambientes de aprendizaje presenciales, híbridos y a distancia.

- Realiza procesos de educación inclusiva considerando el entorno sociocultural y el desarrollo cognitivo, psicológico, físico y emocional de las y los estudiantes.
- Hace intervención educativa mediante el diseño, aplicación y evaluación de estrategias de enseñanza, didácticas, materiales y recursos educativos que consideran a la alumna, al alumno, en el centro del proceso educativo como protagonista de su aprendizaje.
- Hace investigación, produce saber desde la reflexión de la práctica docente y trabaja comunidades de aprendizaje para innovar continuamente la relación educativa, los procesos de enseñanza y de aprendizaje para contribuir en la mejora del Sistema Educativo Nacional.
- Tiene pensamiento reflexivo, crítico, creativo, sistémico y actúa con valores y principios que hacen al bien común promoviendo en sus relaciones la equidad de género, relaciones interculturales de diálogo y simetría, una vida saludable, la conciencia de cuidado activo de la naturaleza y el medio ambiente, el respeto a los derechos humanos, y la erradicación de toda forma de violencia como parte de la identidad docente.
- Se comunica de forma oral y escrita en las lenguas nacionales, tiene dominios de comunicación en una lengua extranjera, hace uso de otros lenguajes para la inclusión; es capaz de expresarse de manera corporal, artística y creativa y promueve esa capacidad en los estudiantes.
- Reconoce las culturas digitales y usa sus herramientas y tecnologías para vincularse al mundo y definir trayectorias personales de aprendizaje, compartiendo lo que sabe e impulsa a las y los estudiantes a definir sus propias trayectorias y acompaña su desarrollo como personas.

Perfil profesional

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional desde el enfoque de Derechos

Humanos, la sostenibilidad, igualdad y equidad de género, de inclusión y de las perspectivas humanística e intercultural crítica.

- Sustenta su práctica profesional y sus relaciones con el alumnado, las madres, los padres de familia, sus colegas y personal de apoyo a la educación, en valores y principios humanos tales como: respeto y aprecio a la dignidad humana, la no discriminación, libertad, justicia, igualdad, democracia, sororidad, solidaridad, y honestidad.
- Fortalece el desarrollo de sus habilidades socioemocionales e interviene de manera colaborativa con la comunidad educativa, en las necesidades socioemocionales de sus estudiantes, bajo un enfoque de igualdad y equidad de género.
- Valora la diversidad lingüística del país y posibilita dentro del aula estrategias que permitan la comunicación, desde una perspectiva intercultural crítica.

Utiliza las Matemáticas y su didáctica para hacer transposiciones didácticas, de acuerdo con las características, contextos, saberes del estudiantado, a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigentes del nivel básico.

- Comprende los marcos teóricos y epistemológicos de las Matemáticas, sus avances y enfoques didácticos para incorporarlos, tanto en proyectos de investigación como en las transposiciones didácticas para su enseñanza y aprendizaje que incide en el pensamiento lógico-matemático del alumnado, de manera congruente con los planes y programas de estudio vigentes.
- Incorpora las aportaciones actuales que hacen la pedagogía de la diferencia, las neurociencias, la psicopedagogía y sociología sobre el desarrollo de la adolescencia y las juventudes, para comprender los impactos que tienen en el aprendizaje los procesos de cambio psicobiológicosociales, que, de manera individual y única, experimenta cada adolescente y joven, y los considera en la organización de su intervención docente desde un enfoque inclusivo e intercultural.
- Articula el conocimiento de la matemática, su didáctica y el saber de otras disciplinas, mediante la recuperación de saberes comunitarios, para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces entre el estudiantado.

- Aplica la articulación, los propósitos, los contenidos y el enfoque de enseñanza de las matemáticas, e incorpora el trabajo reflexivo y comprensivo de los contenidos para facilitar la enseñanza y aprendizaje de la disciplina.

Diseña procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, de acuerdo con la didáctica y sus enfoques vigentes, considerando los diagnósticos grupales y contextuales, los entornos presenciales o virtuales, así como situaciones que fortalecen las habilidades socioemocionales.

- Utiliza la herramienta de la interseccionalidad para caracterizar a la población con la que trabaja, y generar ambientes de aprendizaje diversificados, equitativos, inclusivos, colaborativos, libres de estereotipos y con perspectiva de género.
- Utiliza información del contexto, los conocimientos pluriculturales y las diferencias y desigualdades de la población escolar que atiende, en cuanto a sus niveles de desarrollo cognitivo, psicológico, físico y socioemocional, para proponer situaciones y estrategias diferenciadas tendientes a superar barreras para el aprendizaje y la participación.
- Diseña estrategias didácticas que favorezcan el tránsito de un pensamiento aritmético a un pensamiento algebraico, de un pensamiento geométrico a un pensamiento variacional, con base en el reconocimiento y análisis de los obstáculos que surjan, a fin de superarlos proponiendo alternativas de solución.
- Identifica y analiza las dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas para diseñar estrategias didácticas alternativas que le permitan al estudiantado superarlos.
- Planea experiencias de aprendizaje, de acuerdo con los estilos y ritmos de aprendizaje, las necesidades, intereses y desarrollo cognitivo de estudiantes; en entornos multimodales, presenciales, a distancia, virtuales o híbridos.

Gestiona los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, en un clima de igualdad, equidad e inclusivo que fortalece las habilidades socioemocionales, desde y para la democracia participativa.

- Propone estrategias didácticas que coadyuvan al desarrollo socioemocional pleno y resiliente, de sí mismo y del alumnado, desde y para la democracia participativa, en pro de favorecer convivencias interculturales e intraculturales, bajo un enfoque inclusivo, con perspectiva de género.

- Desarrolla estrategias de trabajo escolar diferenciado, desde los fundamentos teóricos de una pedagogía diferenciada para favorecer el logro de aprendizajes matemáticos.
- Desarrolla secuencias didácticas para el aprendizaje, en entornos multimodales, presenciales, virtuales, a distancia o híbridos, que atiendan la diversidad de perfiles cognitivos, lingüísticos, socioculturales de acuerdo con los enfoques vigentes de los planes y programas de estudio vigentes.
- Desarrolla, de manera colaborativa, estrategias didácticas que favorecen el razonamiento del alumnado para resolver problemas matemáticos, validar conjeturas, analizar información cuantitativa y cualitativa y argumentar de manera clara y coherente.
- Implementa distintas situaciones didácticas, que crean en el alumnado la necesidad de hacer planteamientos, formular, argumentar y validar conjeturas de forma heurística y hermenéutica.
- Desarrolla experiencias de aprendizaje mediando la semántica y la sintaxis matemática con la finalidad de dar sentido y significado a los conocimientos, axiomas, teoremas, reglas y principios.

Evalúa los avances, logros y desempeños, desde un enfoque formativo e inclusivo, para lo cual, aplica los tipos, modelos y momentos de la evaluación, y usa la información en la realimentación oportuna al alumnado y en el análisis de su práctica profesional, con objeto de favorecer el aprendizaje e inhibir la reprobación o abandono escolar.

- Emplea los distintos tipos, momentos, modelos, instrumentos, recursos y metodologías de la evaluación formativa para monitorear de manera diferenciada los desempeños y logros el aprendizaje de su grupo, considerando la especificidad de las Matemáticas, los tipos de saberes matemáticos, los ritmos y estilos de aprendizaje individual y colectivo, así como los enfoques vigentes en la educación básica.
- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para monitorear y evaluar los aprendizajes, logros y desempeños de la población que atiende, y a partir de ello, hace realimentaciones oportunas, en las que considera las necesidades pedagógicas individuales y grupales, los perfiles cognitivos, así como, a quienes enfrentan alguna o más barreras para el aprendizaje, y la participación del alumnado en la perspectiva de favorecer la equidad e igualdad de oportunidades sobre valoraciones objetivas.

- Maneja desde distintas miradas epistémicas y pedagógicas la evaluación en la atención diferenciada de su grupo y, con ello, fundamenta la manera en que potencia los contenidos matemáticos al elegir estrategias de evaluación diversificadas vinculadas al desarrollo sociocultural y cognitivo del alumnado.
- Asume el proceso de reflexión crítica individual y colegiada, en torno a los resultados de la evaluación del aprendizaje del grupo y la incorpora como insumo en el análisis de su intervención docente bajo el compromiso de su mejora continua que fortalece su papel profesional que impacta en el aula, la escuela y la comunidad
- Fomenta, en el alumnado y su familia, la cultura de la evaluación como un proceso de formación continua que contribuye a desarrollar las habilidades socioemocionales y a enriquecer los aprendizajes significativos a lo largo de la vida.

Estructura del curso

Procesos cognitivos y cambio conceptual en matemáticas y ciencias

Unidad de aprendizaje I: Procesos cognitivos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias

- Procesos cognitivos: Percepción, atención, pensamiento, memoria y lenguaje.
- Enfoques teóricos sobre la cognición y la metacognición.
- Obstáculos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias.
- Pensamiento lógico-abstracto y razonamiento en los procesos cognitivos.
- Pseudoconcepto y concepto científico.
- Procesos cognitivos superiores.
- Argumentación en los procesos cognitivos.

Unidad de aprendizaje II: El cambio conceptual en matemáticas y ciencias

- Definición y fundamentos.
- Creencias previas y obstáculos en el cambio conceptual.
- El error en el cambio conceptual.
- Emociones y motivación.
- Del aprendizaje significativo al cambio conceptual.
- Inteligencia artificial y cambio conceptual en matemáticas y ciencias.

Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

Tal y como se ha señalado con anterioridad, el curso *Procesos cognitivos y cambio conceptual en matemáticas y ciencias*, está enfocado desde la perspectiva constructivista, epistemológica y didácticamente. Se constituye como un curso teórico práctico basado en una alternativa metodológica, por medio de un proceso organizado y coherente, en el que, de manera integral y sistematizada, se orienta a las y los futuros docentes sobre la manera de integrar en su formación, los procesos cognitivos esenciales para la enseñanza.

Los procesos cognitivos, son procesos mentales que permiten el manejo y la transformación de la información, facilitan la organización y reorganización de la percepción y la experiencia. A través de dichos procesos se favorece la comprensión, reflexión, análisis, argumentación de manera que se crean y recrean realidades, se construyen y reconstruyen significados. Dichos procesos se relacionan y perfeccionan con la práctica hasta convertirlos en capacidades para la mejora de sus prácticas profesionales.

Por un lado, para llevar a cabo acciones para la enseñanza y el aprendizaje se debe considerar la discusión e intercambio de experiencias acerca de los diferentes contenidos de las unidades de aprendizaje que integran el programa. Y por el otro, los procesos cognitivos se deben analizar en términos del manejo y la transformación de la información que se requiere para una transposición didáctica adecuada y, de esa manera, tratar con mayor claridad diferentes situaciones educativas y dirigir su atención hacia un fin determinado para su uso en la práctica comunitaria (Halpern, 2003, citado por Sanz de Acedo, 2016).

Se asume que los procesos cognitivos son inherentes a los perfiles de egreso del alumnado, puesto que se utilizan en las distintas áreas del conocimiento. En general, la comprensión y correcta aplicación de ellas, fortalece las destrezas y capacidades requeridas y deseables en su formación inicial; en este curso, específicamente de las y los estudiantes de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas del Plan de estudios 2022.

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario que el profesorado que imparte este curso desarrolle habitualmente acciones estratégicas mediante el trabajo colegiado para identificar y acordar actividades comunes o aspectos que puede aportar a otros cursos y al proyecto integrador del semestre sugerido. En este último, el estudiante normalista conseguirá reflejar sus intereses o necesidades, así como también las perspectivas que subyacen, tanto en los proyectos escolares, como en sus propios proyectos con un pensamiento reflexivo, analítico y crítico.

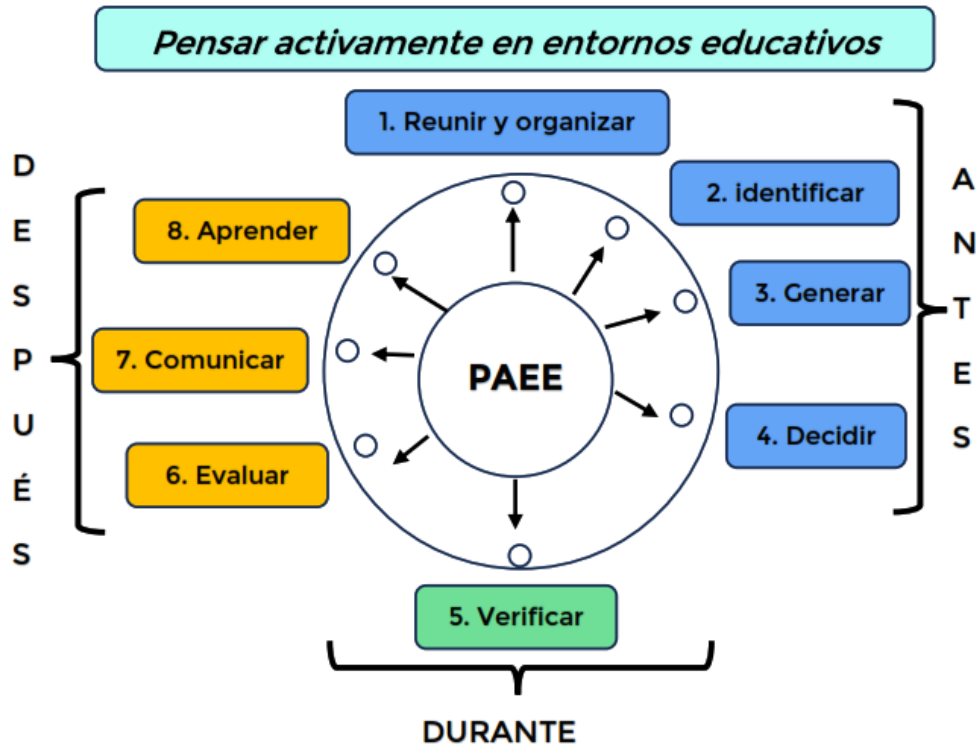
No obstante, los temas que se presentan por separado en cada unidad, se hacen necesario establecer las correlaciones necesarias para que las y los estudiantes profundicen con coherencia en contextos áulicos y comunitarios específicos.

Algunas acciones estratégicas que se deben tener en cuenta para la implementación de las unidades de aprendizaje de este curso se derivan del método de Pensar Activamente en Entornos Académicos (PAEA), tal como lo propone Sanz de Acedo (2016).

- Reunir y organizar información sobre el tema: supone preguntarse qué información se tiene sobre el mismo, cuál se debe buscar, qué se comprende de él y qué cuestiones suscita.
- Identificar los objetivos del aprendizaje [...] se trata de preguntarse cuáles son las metas, por qué es importante la práctica de unas determinadas competencias y el estudio del tema, qué dificultades pueden tenerse y qué criterios de evaluación se utilizarán para valorar el logro de los objetivos.
- Generar nuevas ideas acerca de los objetivos: exige clarificar por qué son necesarias e interesantes dichas ideas y preguntarse de qué otras maneras podrían enfocarse los objetivos. Esta etapa estimula la creatividad ideacional de los estudiantes y les motiva a desarrollar sus proyectos.
- Decidir qué ideas pueden resultar las más relevantes para el estudio del tema, qué actividades individuales y grupales podrían ejecutarse y priorizarlas según ciertos criterios.
- Verificar o efectuar el aprendizaje, individual y grupalmente, realizando las actividades previamente programadas.
- Evaluar cómo se practicó la competencia y se ahondó en el estudio del tema (a nivel individual y grupal), revisando si se alcanzó la meta, proponiendo estrategias de mejora y analizando si el grupo trabajó adecuadamente.
- Comunicar o presentar al grupo de clase los logros alcanzados y los errores cometidos, para, así, compartir las experiencias de aprendizaje con el resto de los grupos.
- Aprender de la experiencia, reflexionando sobre lo aprendido, comparándolo con los conocimientos previos, explicitando las competencias practicadas y preparando la transferencia de lo aprendido.

Figura 1

Etapas del método “Pensar activamente en entornos educativos” (PAEE)



Fuente: Sanz de Acedo (2016, p. 118).

Esta referencia es importante porque abona a un aspecto del desarrollo de capacidades, que son las competencias, pero no hay que perder de vista que el enfoque actual de esta licenciatura es el desarrollo de capacidades, por lo que es importante integrar otras perspectivas, como la de las neurociencias, la de la cognición distribuida, la del *mindfulness*, entre otras, de tal suerte que se logre una construcción del proceso cognitivo y del cambio conceptual holista, integradora y humanista.

Proyecto integrador

El *Plan de estudios de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas* establece que “Al término de cada curso se incorporará una evidencia o proyecto integrador desarrollado por el estudiantado, de manera individual o en equipos como parte del aprendizaje colaborativo, que permita demostrar el saber ser y estar, el saber, y el saber hacer, en la resolución de situaciones de aprendizaje. Se sugiere que la evidencia final sea el proyecto integrador del semestre, que permita evidenciar la formación holística e integral del estudiantado, y al mismo tiempo, concrete la relación de los diversos cursos y trabajo colaborativo, en academia, las maestras y maestros responsables de otros cursos que constituyen el semestre, a fin de evitar la acumulación de evidencias fragmentadas y dispersas” (DOF, 2022, p. 31).

El proyecto integrador del quinto semestre gira en torno al binomio investigación-innovación. En este marco la innovación no equivale a la experimentación de prácticas novedosas, sino a cambios en la práctica docente como producto de una investigación crítica con modalidad de intervención sobre la propia práctica, lo que responde a un proceso cíclico, una toma de conciencia del sentido de la rutina en el aula y en la escuela, de rupturas de las prácticas docentes centradas en el núcleo del aula como única circunstancia, y que no reconocen las problemáticas y contextos del aula y de la escuela.

Las prácticas que miran exclusivamente las dificultades del aula no favorecen una comprensión amplia de los procesos, no favorecen los diálogos con otros actores educativos, y no permiten a los mismos actores educativos -docentes, directivos y padres- despojarse de los prejuicios que impiden ver y valorar los avances de las y los estudiantes en el tránsito del desarrollo de procesos de pensamiento matemático y científico.

Este curso de *Procesos cognitivos y cambio conceptual en matemáticas y ciencias* contribuye al proyecto integrador en la medida en que los estudiantes normalistas habrán de fundamentar diagnósticos y propuestas de innovación interdisciplinarios, acordes con las tendencias curriculares actuales de la educación obligatoria. Alguno de esos proyectos de innovación será considerado como evidencia integradora del curso, sobre todo aquel que se derive de una indagación donde su objeto de estudio sea su propia práctica y en qué medida favorece procesos cognitivos y cambios conceptuales en sus estudiantes, lo cual requiere de un proceso paulatino que les permita a los futuros docentes construir la innovación desde esa reconstrucción.

Las y los estudiantes normalistas en semestres anteriores han tenido un acercamiento al uso de metodologías como el registro de observación para la descripción del contexto, la recuperación de los saberes matemáticos de la comunidad y de sus estudiantes; también recurrieron a diversos modelos para la elaboración del diagnóstico y la problematización de sus resultados, utilizaron diversas teorías y metodologías de la enseñanza para fundamentar el diseño de propuestas de intervención didáctica y finalmente desarrollaron una narrativa que les ha permitido iniciar en la construcción de una metodología de la reflexión, con la cual miraron sus propias prácticas, establecieron una distancia con ellas, lo que les permitió hacer modificaciones desde los referentes conceptuales abordados a lo largo de los estudios. Sin este distanciamiento que favorece los contrastes entre sus hipótesis sobre su práctica, y lo que en realidad sucedió, en términos de los referentes teóricos que brinda también este curso, es imposible la construcción de saberes docentes y de una identidad profesional.

Así entonces, la innovación estará centrada:

- a) En los procesos de identificación de los aspectos que el mismo docente en formación desea modificar a partir del desarrollo que observa en sus estudiantes, mediante técnicas investigativas basadas en el contraste entre lo que vive en la escuela, y lo que se ve plasmado en su narrativa.
- b) Lo que se tiene identificado en los referentes conceptuales de esa misma práctica.

La innovación se derivará de los procesos de intervención en el marco de la investigación-acción.

En este quinto semestre, durante las estancias en las escuelas de secundaria y media superior, se retoma nuevamente la descripción del contexto, particularmente en este curso es relevante la recuperación de los saberes matemáticos, científicos y tecnológicos de la comunidad y de sus estudiantes, en relación con la manera en la que enfrentan el análisis de la realidad desde sus procesos cognitivos en el marco de una situación interdisciplinar, cómo la modelan y la representan gracias al cambio conceptual.

Es imperioso señalar que durante este semestre, las y los estudiantes normalistas recuperan una metodología específica para la investigación de la práctica docente: mediante herramientas de la investigación educativa y estrategias de docencia reflexiva, en las que el ciclo reflexivo gira en torno a la intervención pedagógica: metodologías y prácticas en proyectos interdisciplinarios, de resolución de problemas y vinculación de la escuela

con la comunidad. En particular se recomienda hacer uso del método PAEE, propuesto por Sanz de Acedo (2016) para favorecer el pensamiento activamente en entornos educativos.

Las y los estudiantes reflexionan sobre diversas dimensiones de la práctica docente que recupera esos saberes; dicha reflexión se apoya en un estrecho vínculo de la teoría y la práctica, de tal suerte que apelan a los saberes y conocimientos adquiridos en los cursos de los diversos trayectos formativos, y en estos semestres en los espacios curriculares que corresponden a la flexibilidad estatal o institucional, para fundamentar la recuperación del proyecto escolar plasmado en el currículo deliberativo de los programas analíticos, la de los saberes matemáticos del contexto de la escuela de práctica y los conocimientos matemáticos previos de los estudiantes, derivados de un medio escolar y por pertenecer a una comunidad de prácticas matemáticas. Los referentes conceptuales también favorecen la evaluación de la intervención didáctica para valorar su pertinencia.

Así pues, en este curso de *Procesos cognitivos y cambio conceptual en matemáticas y ciencias* recurre a una metodología de indagación en el aula que tiene en el centro la reflexión, la cual requiere de la escritura de una narrativa pedagógica sobre los saberes comunitarios relacionados con la inferencia y la práctica docente.

Sugerencias de evaluación

Es importante que los docentes formadores, en el diseño de su planeación didáctica del presente curso, consideren las sugerencias de evaluación, las cuales constituyen un proceso de recolección de evidencias sobre el desempeño del estudiantado con la intención de construir y emitir juicios de valor a partir del vínculo que tienen con los dominios y desempeños del perfil de egreso general y profesional, el propósito y los criterios de evaluación.

Las sugerencias de evaluación que a continuación se enuncian consisten en un proceso de construcción de juicios de valor sobre el desempeño de los estudiantes normalistas, a partir del establecimiento de criterios de evaluación, sobre las evidencias que se derivan de las actividades y el contraste de estas con dichos criterios.

Los estudiantes están casi al final de la fase de profundización, por lo que deberán aprender a diseñar criterios e instrumentos para evaluar en su oportunidad a sus estudiantes.

Esto permitirá al formador de profesores y a los estudiantes valorar el avance que se tiene con respecto a los dominios y desempeños del perfil de egreso general y profesional, identificar aquellas áreas que requieren ser fortalecidas para alcanzar el nivel de desarrollo esperado en cada uno de los cursos del Plan de Estudios. Este enfoque es congruente con una evaluación formativa, por lo que es importante brindar retroalimentación constante a los estudiantes para que puedan reflexionar sobre su progreso, identificar áreas de mejora y fortalecer su autonomía y autoaprendizaje.

Asimismo, es necesario definir los momentos pertinentes para retroalimentar y ajustar el proceso formativo, es decir, identificar las acciones pertinentes para la enseñanza y el aprendizaje en la toma de decisiones que favorezcan el logro de los propósitos definidos en el curso. Desde la perspectiva de la educación formativa e inclusiva, es importante desarrollar una evaluación continua, flexible y diferenciada.

De acuerdo con los contenidos y características de este curso, se sugiere privilegiar la reflexión y análisis de ideas a través de exposiciones por equipos, debates, mesas redondas, puestas en común y otras dinámicas que propicien la construcción de argumentos y discursos propios del alumnado, además de la aplicación de estrategias de aprendizaje que representen retos cognitivos y en las que se puedan proyectar situaciones de la vida cotidiana.

Evidencias de aprendizaje

A continuación, se presenta el concentrado de evidencias que se proponen para este curso, en la tabla se muestran cinco columnas, que, cada docente titular o en colegiado, podrá modificar, retomar o sustituir de acuerdo con los perfiles cognitivos, las características, al proceso formativo, y contextos del grupo de normalistas que atiende.

Curso: Procesos cognitivos y cambio conceptual en matemáticas y ciencias

Unidad de aprendizaje	Evidencias	Descripción	Instrumento	Ponderación
Unidad 1. Procesos cognitivos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias	Video en el que se expliquen los procesos cognitivos de los estudiantes sobre un tema de matemáticas o uno de ciencias, el cual deberá incluir una rúbrica de evaluación.	Guión con evidencias y video elaborados en parejas o equipos de tres estudiantes sobre un tema de matemáticas o ciencias, en el que se proporcionen los lineamientos o referentes que permiten identificar las partes o componentes más importantes vinculados con el tema de estudio, investigación o aplicación.	Rúbrica elaborada por el estudiante, que da cuenta de la pertinencia del video de acuerdo con los procesos cognitivos de la población objetivo. Esta rúbrica puede ser elaborada de manera colaborativa.	50%
Unidad 2. El cambio conceptual en matemáticas y ciencias	Descripción del cambio conceptual en matemáticas y ciencias que se manifiesta como tránsito entre ámbitos del pensamiento matemático, o como error, y su	Texto que tiene tres partes: 1. Diagnóstico que identifica el proceso cognitivo y los saberes previos. 2. Diseño de un proyecto interdisciplinar	Rúbrica elaborada por el estudiante, que da cuenta de la pertinencia del proyecto de acuerdo con los cambios conceptuales de la población a la que va destinado el proyecto. Esta	

	tratamiento, a partir de la implementación de un proyecto interdisciplinario.	basado en el diagnóstico, de impacto comunitario. 3. Informe del desarrollo del proyecto, el cual deberá incluir un informe sobre el análisis del cambio conceptual y las producciones de los estudiantes de educación básica o media superior que den cuenta del tránsito entre ámbitos del pensamiento matemático, o de construcción interdisciplinar.	rúbrica puede ser elaborada de manera colaborativa.	
Evidencia integradora	Proyecto de demostración de secuencias didácticas, que ponga en evidencia un proceso cognitivo y el cambio conceptual, ya sea en matemáticas o ciencias, con o sin uso de tecnología, donde se explicita la reflexión sobre la práctica que dio origen al cambio conceptual y la innovación.	Documento que organiza, de acuerdo con un género de producción académica, la discusión grupal y la reflexión que tuvo lugar en el desarrollo de las unidades de estudio, y que organiza teórica y metodológicamente sus hallazgos y saberes, dando muestra de las capacidades logradas.	Lista de cotejo Rúbrica elaborada por el formador, que da cuenta de la reflexión sobre la pertinencia de la intervención y de la innovación en relación con los procesos cognitivos y el cambio conceptual.	50%

Unidad de aprendizaje I. Procesos cognitivos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias

Presentación

Los procesos cognitivos se ubican en un nivel reflexivo y analítico, sirven para transitar en el mundo cotidiano, tienen una función social. Por eso, es importante que los estudiantes normalistas los reconozcan y utilicen en sus prácticas docentes. Lo que se pretende es que, al reconocer estos procesos, los apliquen y transfieran de manera consciente ya que les proporcionarán la experiencia de comprender de manera general cualquier situación.

De acuerdo con Ríos (1998), los procesos cognitivos pueden ser básicos y de alto nivel, algunos de estos son: observar, definir, memorizar, analizar, sintetizar y comparar. En los de alto nivel se considera el pensamiento crítico y creativo, la resolución de problemas, la toma de decisiones, el actuar en la incertidumbre, la reflexión y la aplicación.

Estos procesos cognitivos son clave para favorecer la construcción del conocimiento, para pensar, procesar información, tener una sensibilidad perceptiva y una actitud crítica. Todo lo cual redundará en el desarrollo de la capacidad para percibir e interpretar el mundo que nos rodea, así como también en optimizar el pensamiento en la medida en que se busca solucionar problemas. Son los pilares fundamentales sobre los cuales se apoya la construcción y la organización del conocimiento y el razonamiento.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Se espera que los docentes en formación reconozcan y analicen procesos cognitivos en producciones de las y los estudiantes de educación básica y media superior, mediante referentes conceptuales que se estudien en el curso, y a través de métodos, técnicas e instrumentos de la investigación, de tal suerte que las apliquen de manera sistemática como un recurso para el estudio de los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigentes y la reflexión sobre la implicación de sus prácticas en esos procesos.

Contenidos

- Procesos cognitivos: Percepción, atención, pensamiento, memoria y lenguaje.
- Enfoques teóricos sobre la cognición y la metacognición.

- Obstáculos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias.
- Pensamiento lógico-abstracto y razonamiento en los procesos cognitivos.
- Pseudoconcepto y concepto científico.
- Procesos cognitivos superiores.
- Argumentación en los procesos cognitivos.

Estrategias y recursos para el aprendizaje

El formador de docentes debe tener en cuenta que “Un concepto es el reflejo en la conciencia del hombre de la esencia de los objetos y clases de objetos (materiales o ideales), y de los nexos esenciales de los fenómenos de la realidad objetiva que están sometidos a leyes” (Rizo y Campistrous, 2011, citado en Rodríguez, Hernández y Álvarez, 2017, p. 221). Los conceptos tienen contenido, es decir, las propiedades esenciales que definen el concepto y la extensión se refieren al conjunto de objetos que poseen esas propiedades esenciales.

Con esta perspectiva, el formador de profesores propone a las y los estudiantes normalistas una investigación en torno a teorías cognitivas que aborden los siguientes procesos cognitivos: percepción, atención, pensamiento, memoria y lenguaje. Asimismo, se espera que recuperen sus diarios de campo del semestre anterior en los que hacen referencia a las dificultades que tienen las y los adolescentes de la escuela secundaria, así como las y los jóvenes de la educación media superior en dichos procesos en términos de ¿cómo se manifiestan? ¿qué dificultades de aprendizaje se observan en las interacciones? y ¿a qué tipo de estrategias docentes se recurre para atenderlas?

De la misma manera, las formas en las que expresan conocimientos adquiridos sobre nociones matemáticas (cálculos, operaciones básicas, proyecciones geométricas, probabilidad.), a través de las actividades cotidianas, responsabilidades en la familia, en espacios de trabajo escolares, de recreación u otros.

Al abordar los distintos conceptos, a los que haremos referencia en el desarrollo de los contenidos que nos ocupan en este curso, debemos dar al estudiantado algunas recomendaciones necesarias para mejorar los aprendizajes de dichos conceptos, entre ellas se destacan:

- Reconocer propiedades. Esto es, decidir si un concepto cumple o no determinada propiedad.
- Distinguir propiedades. Se refiere a determinar si las propiedades de un concepto son esenciales o secundarias, necesarias, suficientes o necesarias y suficientes.
- Identificar conceptos. Lo que nos permite determinar si un objeto puede ser representante, o no, de dicho concepto.
- Definir conceptos. Este es el procedimiento asociado a la explicación del significado y se engloban en uno solo porque tienen acciones comunes. Aquí hay que destacar que el procedimiento no se asocia a la reproducción de definiciones (caracterizaciones o descripciones), sino a la elaboración independiente por parte del alumno.
- Clasificar o sistematizar conceptos. Mediante este procedimiento los conceptos se separan en clases disjuntas (o no necesariamente disjuntas en la sistematización). Resulta muy conveniente tener una visión general de ellos.
- Ejemplificar. Es el procedimiento que consiste en dar explícitamente un representante del concepto.

Se recomienda solicitar a los estudiantes identificar propiedades de los procesos cognitivos en videos de clases de matemáticas y las producciones de estudiantes de educación básica y media superior recopiladas durante sus prácticas docentes previas:

¿Cómo organizan la información las y los estudiantes?, ¿Cómo procesan la información cualitativa y cuantitativamente?, ¿Qué conocimientos matemáticos involucran? y ¿Qué procesos cognitivos y metacognitivos están implícitos?

Es fundamental considerar las preguntas como una herramienta esencial en la educación, destacando que no todas las preguntas son iguales y que su formulación y uso estratégico pueden transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Además, las preguntas también son herramientas de diagnóstico del nivel de comprensión y pensamiento crítico de los estudiantes. Cabe destacar que las preguntas bien formuladas pueden revelar carencias en el conocimiento y ayudar a los docentes a realizar adecuaciones para mejorar su enseñanza.

Se sugiere invitar a los docentes en formación a reflexionar sobre si se trata de preguntar por preguntar, o bien, de integrar el uso estratégico de preguntas efectivas en su práctica docente cotidiana, que estimulen el

pensamiento crítico de sus alumnos, para ello, es importante la planificación previa de las preguntas, la adaptación de las preguntas al contexto y nivel de los estudiantes, además del uso de preguntas secuenciales que guíen a los estudiantes a través del proceso de pensamiento.

La acción de preguntar es una habilidad que puede y debe enseñarse, presupone, por lo tanto, algunos principios que deben tenerse en cuenta, la pregunta es, en sí misma, una herramienta de desarrollo cognitivo, para ello, es importante el uso de esquemas de modelos de aprendizaje que ayuda a los alumnos a comprender y crear respuestas organizadas que generen preguntas, integren información y resulten fundamentales para la comprensión.

Un esquema es la unidad de significado de procesamiento del sistema cognitivo humano. Son estructuras activas e interrelacionadas de conocimientos, comprometidas en la comprensión de la información que nos llega y que guía la ejecución de operaciones del procesamiento, es decir, es una red de correspondencia mutua entre sus componentes, los cuales son otros esquemas (Rumelhart, 1980 citado en García, 2013, p. 17).

Se recomienda que los docentes en formación integrados en cuatro equipos analicen un tipo de los cuatro niveles propuestos en el camino de construcción del pensamiento, que le sea asignado por el docente responsable del curso, para ello, podrán utilizar el libro propuesto por García (2013), referido a la “Pregunta como intervención cognitiva” para su respectivo análisis y presentación en plenaria ante el grupo utilizando una presentación digital. Esta sugerencia bibliográfica no es limitativa, por lo que podrán utilizar otra fuente que permita desarrollar la actividad y lograr el propósito formativo.

Niveles de intervención cognitiva			
Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Literal	Exploratoria	Procesos	Metacognición
Datos	Implicaciones	Estructura	Autorreflexión

Cabe mencionar que, en el manejo de los esquemas, las preguntas son una herramienta que nos permite a los docentes clarificar diferentes niveles de construcción del aprendizaje y pueden dirigir a actividades básicas del *saber hacer* para que un alumno adquiera mayor autonomía en la construcción de su propio aprendizaje, lo cual permitirá que se sientan más seguros en sus

participaciones activas de manera verbal al expresar ideas, o bien, en la realización de trabajos escritos.

Se recomienda solicitar que visualicen algunos videos de aplicación del método clínico piagetiano, en los que se requiere que los estudiantes normalistas centren la atención en el tipo de preguntas de los entrevistadores y el sentido de preguntas como la siguiente para identificar los procesos cognitivos.

¿Cuáles de los conceptos involucrados por los niños son pseudoconceptos y cuáles son conceptos? También se sugiere solicitar el análisis de la entrevista: ¿Cómo está estructurada? ¿Cuáles son los supuestos de la investigación?

De la misma forma, se requiere la elaboración de un instrumento que corresponda a un supuesto de investigación respecto a un proceso cognitivo asociado con las matemáticas y aplicarlo a un estudiante normalista.

Es recomendable que los futuros docentes de matemáticas comprendan la importancia de reconocer los obstáculos epistemológicos y los problemas en matemáticas, para ello, habrán de analizar el contenido del artículo de Brousseau (1983), lo que les permitirá analizar y reflexionar sobre el contenido de sus diarios de campo para identificar obstáculos ontogénicos, didácticos y epistemológicos, y completar la narrativa de sus prácticas docentes con los resultados obtenidos.

Por otra parte, los procesos cognitivos superiores son funciones mentales complejas que permiten a los individuos procesar y utilizar la información de manera avanzada. Incluyen principalmente:

- Memoria de trabajo: Capacidad para mantener y manipular temporalmente información relevante mientras se realiza una tarea.
- Resolución de problemas: Habilidad para identificar y definir un problema, generar soluciones alternativas y seleccionar la mejor opción.
- Pensamiento crítico: Capacidad para analizar de manera reflexiva, evaluar la información de manera objetiva y llegar a conclusiones fundamentadas.
- Metacognición: Conciencia y control de los propios procesos cognitivos, incluida la planificación, supervisión y regulación del propio aprendizaje.

- Autorregulación: Habilidad para establecer metas, monitorear el progreso hacia esas metas y ajustar estrategias de aprendizaje según sea necesario.

Estos procesos no solo son fundamentales para el aprendizaje efectivo, sino que también son habilidades clave en la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones informadas en contextos académicos, profesionales y personales.

Es fundamental que los docentes en formación exploren los procesos cognitivos superiores, a través de un enfoque basado en investigaciones educativas recientes. Se requiere que indaguen sobre estudios que analizan cómo la memoria de trabajo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico influyen en el aprendizaje efectivo. Se sugiere analizar casos prácticos y ejemplos de estrategias pedagógicas que fomenten el desarrollo de estos procesos en el aula. Además, se discutirá la aplicación de técnicas de enseñanza que promuevan la metacognición y la autorregulación en los estudiantes, con el objetivo de optimizar el proceso de aprendizaje y mejorar los resultados académicos.

Además, se recomienda que los docentes en formación exploren la importancia de la argumentación como componente crucial en los procesos cognitivos superiores de los estudiantes. A través de revisar estudios y ejemplos prácticos, los docentes en formación analizarán cómo la capacidad de argumentar no solo fortalece el pensamiento crítico y la metacognición, sino que también promueve el desarrollo de habilidades de comunicación efectiva y resolución de problemas. Se explorarán estrategias pedagógicas para diseñar entornos de aprendizaje que fomenten debates estructurados, la evaluación de evidencias y la defensa de puntos de vista informados, preparando así a los estudiantes para participar activamente en discusiones académicas y sociales de manera fundamentada y reflexiva.

Se sugiere que los docentes en formación exploren estrategias efectivas para gestionar procesos de aprendizaje auténticos del álgebra simbólica en el contexto de la educación secundaria, para ello, analizarán investigaciones actuales sobre cómo integrar el álgebra simbólica de manera significativa y relevante para los estudiantes, identificando conexiones con problemas del mundo real y aplicaciones prácticas. Se sugiere revisar el artículo de Córdoba y Rodríguez (2016). Con la finalidad de analizar un ejemplo de estudio de caso, desarrollarán habilidades para diseñar y facilitar actividades que fomenten la resolución de problemas complejos, el razonamiento algebraico y la capacidad de modelar situaciones reales con ecuaciones y expresiones simbólicas.

Aunado a lo anterior, se recomienda que los estudiantes normalistas realicen un análisis profundo del capítulo "Procesos de abstracción en el aprendizaje del álgebra" Filloy (1999), incluido en el libro "Aspectos teóricos del álgebra educativa". Se iniciará con una lectura detallada del texto para identificar y comprender los conceptos clave relacionados con los procesos de abstracción en el aprendizaje del álgebra.

Posteriormente, se llevará a cabo una discusión guiada donde los participantes compartirán sus interpretaciones y reflexiones sobre cómo estos procesos pueden influir en la comprensión y aplicación de conceptos algebraicos por parte de los estudiantes.

Se fomentará la reflexión crítica sobre cómo integrar los principios teóricos presentados por Filloy en la práctica docente, explorando posibles estrategias y enfoques pedagógicos que puedan potenciar el aprendizaje significativo del álgebra. Además, se recomienda analizar la relevancia de estos procesos de abstracción en la construcción de un entendimiento profundo y duradero de las matemáticas entre los estudiantes. Esta actividad no solo fortalecerá la comprensión teórica de los docentes en formación, sino que también les preparará para aplicar estos conocimientos en el diseño de experiencias educativas efectivas que promuevan el aprendizaje activo y significativo del álgebra en el aula.

Evaluación de la unidad

Para evaluar los aprendizajes de la primera unidad, se sugiere que el estudiantado elabore un guion con evidencias y video, elaborados en parejas o equipos de tres integrantes, sobre un caso de matemáticas y uno de ciencias, en el que se muestre la aplicación de una metodología de indagación para recuperar referentes que les permitan identificar las partes o componentes más importantes vinculados con el tema de estudio, investigación o aplicación.

Incluye una rúbrica para la evaluación del video.

Evidencias de la unidad	Criterios de evaluación
Video en el que se expliquen los procesos cognitivos de los estudiantes en un tema de matemáticas o ciencias, en el que se incluya el uso de la tecnología.	<p>Saber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describe categorías de las teorías de la cognición y la metacognición. • Enumera y describe los tipos de obstáculos en el aprendizaje.

	<ul style="list-style-type: none"> • Caracteriza los componentes del pensamiento lógico abstracto y del razonamiento matemático. • Distingue pseudoconceptos y conceptos científicos. <p>Hacer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza y describe procesos cognitivos básicos y superiores en producciones de estudiantes de educación básica y media superior. • Utiliza metodologías y técnicas de la investigación, observación, de la entrevista clínica y del análisis de producciones. • Desarrolla proyectos que favorezcan la innovación didáctica o profesional. • Utiliza metodologías activas: Aprendizaje basado en proyectos comunitarios, Aprendizaje en el servicio, Aprendizaje basado en problemas o bajo el enfoque STEAM • Contrasta hipótesis relacionadas con la solución de alternativas multi, trans e interdisciplinarias. • Comunica claramente sus ideas, argumentos y conclusiones del análisis de los tránsitos y cambios conceptuales en producciones. • Diseña y emplea recursos didácticos para favorecer cambios conceptuales. • Usa la innovación y los recursos tecnológicos para favorecer procesos cognitivos. <p>Ser y estar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce las fuentes de la innovación docente: la reflexión y la investigación. • Recupera la importancia de la perspectiva cognitiva para reflexionar sobre su práctica y la innovación. • Respeta opiniones para favorecer el intercambio de ideas.
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Participa de forma proactiva en la construcción de ambientes resilientes. • Demuestra de manera crítica sus conjeturas en relación con las necesidades de la comunidad. • Utiliza el pensamiento científico, crítico y reflexivo.
--	---

Bibliografía

A continuación, se presentan referencias bibliográficas que podrán ser consultadas para el desarrollo de la unidad, con la flexibilidad de ser sustituidas por textos más actuales, disponibles o pertinentes al contexto y al estudiantado que se atiende.

Bibliografía básica

Brousseau, G. (1983). Los obstáculos epistemológicos y los problemas en matemáticas, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4(2), 165-198.

Cid, E. (s/f), Obstáculos epistemológicos en la enseñanza de los números negativos, Departamento de Matemáticas-Universidad de Zaragoza.

Chamorro, Ma. del C. (1995). Los procesos de aprendizaje en matemáticas y sus consecuencias metodológicas en primaria, *UNO, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 4, 87-96.

Córdoba, J. M., y Rodríguez, M. L. (2016). La gestión de procesos de aprendizaje auténticos del álgebra simbólica en educación secundaria. *La Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas en la Formación Inicial y la Educación Básica Volumen 1. Memorias del primer congreso nacional de enseñanza y aprendizaje Mathems 2016.*

De Sánchez, M. A. (1995). *Desarrollo de Habilidades de Pensamiento; procesos básicos del pensamiento.* Trillas. Disponible en: http://memsupn.weebly.com/uploads/6/0/0/7/60077005/desarrollo_de_habilidades.pdf.

Filloy, E. (1999). Procesos de abstracción en el aprendizaje del álgebra. En N. Grepe (Ed.), *Aspectos teóricos del álgebra educativa* (pp. 37-45). Grupo Editorial Iberoamérica.

- De Puerto, S. M., Minnaard, C. L., & Seminara, S. A. (2004). Errores en el aprendizaje de las matemáticas, *Revista de la Universidad de CAECE*, 19 (74), 5-18.
- Fernández, M., & Brito, R. (2018). Los errores cognitivos y sus causas: una mirada desde la didáctica de las ciencias exactas. *Transformación*. 14 (1), 81-89.
- García, E. (2013). La pregunta como intervención cognitiva. México: Limusa.
- Socas, M. M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria. En: L. Rico (Coord.), *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria* (pp. 125-154). ICE Universitat de Barcelona/HORSORI.
- Socas, M. M. (2007). Dificultades y errores en el aprendizaje de las Matemáticas. Análisis desde el enfoque Lógico Semiótico. En M. Camacho, P. Flores y M. P. Bolea (Eds.), *Investigación en educación matemática XI* (pp. 19-52). La Laguna: SEIEM.
- Rivas, M. (2008). Procesos cognitivos y aprendizaje significativo. Inspección de Educación. Documentos de trabajo, 19. Consejería de Educación, Comunidad de Madrid.
- Ruano, R. M., & Socas M. M. (2008). Análisis y clasificación de errores cometidos por alumnos de secundaria en los procesos de sustitución formal, generalización y modelización en álgebra. *PNA: Revista de investigación en Didáctica de la Matemática*, 2(2), 61-74.
- Vélez, C., & Ruíz, F. (2021). Una revisión sobre metacognición. Algunas implicaciones para los procesos educativos. *Tesis Psicológica*, 16(1) 100-117.

Bibliografía complementaria

- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos. La relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo* (M. A. Galmarini, Trad.). Paidós. Disponible en: <https://www.facilitadores-alfa.org/wp-content/uploads/2020/10/Como-pensamos.-Jhon-Dewey.pdf>
- Díaz, R. (2010). *Aprender a aprender. Procesos básicos del pensamiento*. Universidad Central de Venezuela. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/269/1/Material%20de%20apoyo-Procesos%20b%C3%A1sicos%20del%20pensamiento-2010.pdf>.

Videos

<https://www.youtube.com/watch?v=opm4HqhCGRQ>

https://www.youtube.com/watch?v=PziND_QXee

<https://www.youtube.com/watch?v=eOEOiCWQGHk>

<https://www.youtube.com/watch?v=ydiPE89pmpE&t=44s>

<https://www.youtube.com/watch?v=opm4HqhCGRQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=eOEOiCWQGHk>

<https://www.youtube.com/watch?v=ydiPE89pmpE&t=44s>

Unidad de aprendizaje II. El cambio conceptual en matemáticas y ciencias

Presentación

En esta segunda unidad se presentan a los docentes en formación, elementos teóricos y prácticos referentes al proceso que implica el cambio conceptual en matemáticas y ciencias, teniendo como base los procesos cognitivos implicados en los aprendizajes propios y de sus alumnos en educación secundaria o nivel medio superior. En particular, se hace referencia a la pedagogía del error en donde la vinculación de estos aspectos con el desarrollo de las prácticas profesionales genera oportunidades de experiencias de aprendizaje innovadoras.

Comprender qué implica el cambio conceptual en matemáticas y ciencias es crucial para los profesionales de la educación ya que permite identificar y analizar las concepciones erróneas o incompletas que los estudiantes pueden tener sobre conceptos fundamentales en estas disciplinas.

El cambio conceptual se refiere al proceso mediante el cual los individuos modifican sus estructuras mentales para adaptarlas a nuevas ideas y teorías científicas, lo cual es fundamental para el aprendizaje profundo y significativo. Al entender este proceso, los educadores pueden diseñar estrategias de enseñanza que faciliten la transformación de concepciones correctas o erróneas a otras más completas o adecuadas de conceptos matemáticos y científicos. Esto no solo mejora el rendimiento académico de los estudiantes, sino que también fomenta un aprendizaje autónomo y reflexivo, ya que los prepara mejor para enfrentar desafíos académicos y hacer uso de sus conocimientos y saberes en la práctica profesional docente.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que los docentes en formación reconozcan y analicen cambios conceptuales en las producciones y errores de las y los alumnos de educación secundaria y media superior en el desarrollo de proyectos, y reflexionen sobre las prácticas de enseñanza que les dieron origen, mediante referentes conceptuales que se estudian en el curso, así como los métodos, técnicas e instrumentos de la investigación y los ajustes razonables derivados de los análisis, de tal forma que apliquen la pedagogía del error al innovar en sus prácticas profesionales.

Contenidos

- Definición y fundamentos.
- Creencias previas y obstáculos en el cambio conceptual.
- El error en el cambio conceptual.
- Emociones y motivación.
- Del aprendizaje significativo al cambio conceptual.
- Inteligencia artificial y cambio conceptual en matemáticas y ciencias.

Estrategias y recursos para el aprendizaje

A través de un enfoque reflexivo y crítico, los docentes en formación con la guía del docente responsable del curso habrán de definir y fundamentar dicho proceso, explorando cómo los cambios en la comprensión y aplicación de conceptos impactan en el desarrollo y resultado de los proyectos educativos. Mediante el análisis de casos prácticos y la discusión guiada, se promoverá una comprensión más profunda de los procesos de cambio conceptual en el ámbito educativo, preparando así a los futuros docentes para conocer las necesidades de sus estudiantes y atenderlas. Se sugiere a manera de introducción al concepto de cambio conceptual observar el video sobre ¿Qué es el cambio conceptual? disponible en <https://youtu.be/U05XEILGalU>

Así mismo, se recomienda que los docentes en formación observen y analicen el contenido del video ¿Qué es el aprendizaje por cambio conceptual? disponible en <https://youtu.be/kQ5YYhxfU48>

La proliferación de estudios sobre el cambio conceptual durante las últimas dos décadas ha causado un fuerte impacto debido a varias razones (Rodríguez-Moneo, 2000). En primer lugar, se ha favorecido el desarrollo de las nuevas concepciones sobre el aprendizaje y, en segundo, se ha propiciado un modelo de desarrollo intelectual distinto al que se ofrece desde las concepciones evolutivas clásicas. Derivado de lo anterior, en tercer lugar se ha contribuido a la consolidación de las actuales perspectivas sobre el proceso de adquisición del conocimiento en la enseñanza, dando como resultado el desarrollo de nuevas aplicaciones didácticas, sobre todo, en la enseñanza de las ciencias.

A partir de los estudios del cambio conceptual se analizan las transformaciones que van produciéndose en la estructura de conocimiento conforme se va adquiriendo pericia, o lo que es lo mismo, en tanto que un novato va convirtiéndose en experto progresivamente como producto de su experiencia. Además, los cambios generados en la estructura del conocimiento son específicos de dominio, es decir, se refieren al ámbito de conocimiento concreto en el que se aprende.

Para poder explicar por qué no se produce en los alumnos el deseado cambio conceptual habría que acudir a ciertas consideraciones que podrían hacerse desde dos perspectivas: la del alumno y la del profesor de ciencias. Con respecto a la primera, como se ha dicho, el aprendizaje de las ciencias inicia con ciertas nociones intuitivas sobre las que deberían hacerse algunas puntualizaciones. Los estudiantes se desenvuelven en un entorno físico, químico o biológico en el que tienen que actuar mucho antes de que los profesores de ciencias les enseñen las concepciones científicas. Por ello, se necesitan construir explicaciones (también llamadas concepciones, mini teorías o teorías) para poder organizar, predecir, resolver problemas, y en definitiva, actuar en el entorno.

Es importante que los estudiantes normalistas integrados en equipos revisen las propuestas didácticas para producir el cambio conceptual e identifiquen la necesidad de una enseñanza conceptual de las ciencias con base en el análisis del artículo "Los estudios sobre el cambio conceptual y la enseñanza de las ciencias" de Rodríguez-Moneo y Aparicio (2000).

Según Centeno (1988), una dificultad impide al estudiante ejecutar de manera correcta o comprender rápidamente una tarea o parte de ella. Los errores están estrechamente vinculados a estas dificultades en el aprendizaje de las matemáticas en cualquier nivel educativo, como señala Socas (1997). Este autor describe las dificultades como entidades interconectadas que se refuerzan mutuamente en redes complejas, manifestándose en los estudiantes como errores. Socas también enfatiza que un error no solo refleja una falta específica de conocimiento o una distracción, sino que es la expresión de un esquema cognitivo inadecuado en el estudiante. En este contexto, este trabajo define el error como cualquier práctica matemática (acción, argumentación, etc.) que carece de validez desde el punto de vista de la matemática escolar (Godino, Batanero y Font, 2003).

Uno de los cambios conceptuales más relevantes en matemáticas se asocian con el concepto de fracción ya que este tiene diferentes significados tales como: relación parte-todo, razón, medida y operador, o bien, el de variable debido a que puede aparecer como una incógnita específica, un número general o en una relación funcional. El cambio conceptual de este tipo de

objetos matemáticos genera dificultades de aprendizaje en los alumnos de educación básica, las cuales se manifiestan a través de los errores. Por ello, se considera importante que se estudien en clase este tipo de cambios conceptuales para que los futuros docentes sean capaces de entender la complejidad de ciertos conceptos matemáticos.

Asimismo, se sugiere que el docente formador proponga a los estudiantes normalistas estrategias efectivas para intervenir y tratar de corregir los errores que se producen como resultado de un cambio conceptual. Se busca promover una comprensión profunda y precisa de los conceptos matemáticos así como fomentar una actitud reflexiva sobre los errores ya que constituyen oportunidades de aprendizaje. Para ello, se propone analizar el artículo “Análisis de errores en tareas sobre el concepto de derivada: una mirada desde la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, y Esquema)” de Fuentealba, Cárcamo, Badillo y Sánchez-Matamoros (2023).

Es recomendable que él o la docente responsable del curso favorezca en los docentes en formación que participen en una actividad de reflexión y discusión guiada sobre el papel crucial que juegan las emociones y la motivación en el aprendizaje del cambio conceptual en matemáticas y ciencias. Se comenzará con una breve introducción teórica, recuperando los aspectos abordados al respecto en el curso de *Neurociencias y educación* del semestre anterior, sobre cómo las emociones pueden influir en la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje y en la manera en que enfrentan los desafíos conceptuales. Se discutirá algún estudio de caso o ejemplos prácticos que ilustran cómo las emociones pueden actuar como facilitadores o barreras en el proceso de cambio conceptual.

Posteriormente, los participantes compartirán experiencias personales y profesionales relacionadas con situaciones en las que las emociones han impactado en el aprendizaje de sus estudiantes. A través de ejercicios de reflexión guiada y discusión grupal, se identificarán estrategias efectivas para promover emociones positivas como la curiosidad, el interés y la confianza en el proceso de aprendizaje de conceptos matemáticos y científicos. Se explorarán técnicas para motivar a los estudiantes a enfrentar desafíos conceptuales de manera proactiva y persistente, fortaleciendo así su capacidad para superar obstáculos y alcanzar un entendimiento profundo y duradero.

El concepto de aprendizaje significativo se refiere a un proceso mediante el cual los estudiantes construyen nuevas ideas y conceptos basándose en su conocimiento previo y experiencias. En el contexto del cambio conceptual en matemáticas y ciencias, el aprendizaje significativo implica que los estudiantes no solo adquieren información nueva, sino que también la

relacionan con lo que ya saben, modificando y reestructurando sus concepciones previas para desarrollar un entendimiento más profundo y coherente de los conceptos científicos y matemáticos.

Este proceso no se limita a la memorización superficial de hechos o procedimientos, sino que implica una comprensión activa y reflexiva que permite a los estudiantes aplicar los conceptos en nuevas situaciones, resolver problemas de manera efectiva y establecer conexiones significativas entre diferentes áreas del conocimiento.

Así, el aprendizaje significativo no solo facilita el cambio conceptual al desafiar y transformar las concepciones erróneas o incompletas, sino que también promueve un aprendizaje más duradero y transferible en matemáticas y ciencias.

Se recomienda que el docente formador junto con los estudiantes normalistas elija uno de los proyectos a desarrollar que se proponen a continuación considerando el impacto comunitario en su contexto, identificar los preconceptos, las teorías implícitas, los saberes comunitarios, entre otros. Recuperar los saberes posteriores al desarrollo del proyecto y contrastar con los que se obtienen una vez concluido el proyecto.

Proyecto 1: Afectaciones derivadas del consumo del tabaco

Cuando el humo del tabaco llega a las vías respiratorias pequeñas y a los alvéolos del pulmón, la nicotina se absorbe rápidamente. Las concentraciones en la sangre de la nicotina aumentan rápidamente mientras se fuma el cigarrillo y alcanzan el máximo a su finalización. La rápida absorción de la nicotina del humo del cigarrillo a través de los pulmones, presumiblemente se debe a la gran área superficial de los alvéolos y las vías aéreas pequeñas, y la disolución de la nicotina en el ambiente acuoso del pulmón humano, lo que facilita la transferencia a través de las membranas. (Metabolismo y Disposición Cinética de la Nicotina, JANNE HUKKANEN, PEYTON JACOB III, AND NEAL L. BENOWITZ, Division of Clinical Pharmacology and Experimental Therapeutics, Medical Service, San Francisco General Hospital Medical Center, and the Departments of Medicine and Psychiatry, University of California, San Francisco, California, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953858/>).

Los autores del estudio reportan los datos siguientes:

I. Realiza las actividades que a continuación se indican en colaboración con otro compañero de clase:

- a) Construye una gráfica de $\Delta C/\Delta t$ vs. t , usando Excel, del tipo gráfica de barras.
- b) Calcula y registra en la tercera columna de la tabla anterior la concentración de nicotina en la sangre C vs. tiempo t , y elabora un gráfico C vs. t construyendo rectángulos en el gráfico $\Delta C/\Delta t$ vs. t para calcular un aproximado del área bajo la curva $\Delta C/\Delta t$ vs. t , lo que representará la concentración C de nicotina en la sangre a medida que transcurre el tiempo t . Utiliza Excel para construir este gráfico.
- c) De acuerdo con la gráfica C vs. t , ¿cuánto tarda un fumador en promedio en consumir un cigarrillo? Explica tu respuesta.
- d) De acuerdo con la gráfica, ¿cuánto dura el efecto en el cuerpo humano de fumar un cigarrillo?
- e) Investiga, cuál es el volumen total de sangre en el cuerpo humano
- f) De acuerdo con tus resultados, en total, ¿cuánta nicotina absorbe el cuerpo al fumar un cigarrillo?

II. Construye la “botella fumadora” de acuerdo con el contenido del video <https://youtu.be/Tdp-AdwKDgs>, realiza las actividades que se muestran en el video y contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué se consume el cigarro cuando el agua comienza a despojarse de la botella?
2. ¿Qué sustancias son las que forman la mancha que queda en la servilleta?
3. Cuando una persona fuma un cigarrillo, ¿en dónde quedan adheridos los componentes de la mancha que se formó en la servilleta?

Proyecto 2: Crecimiento Bacteriano

El crecimiento bacteriano es un proceso complejo que implica numerosas reacciones anabólicas (síntesis de los constituyentes celulares y metabolitos) y catabólicas (descomposición de los constituyentes y metabolitos de la célula). En última instancia, estas reacciones biosintéticas dan como resultado la división celular, en un medio de cultivo rico homogéneo, en condiciones ideales, una célula puede dividirse en tan solo 10 minutos. Por el contrario, se ha sugerido que la división celular puede ocurrir tan lentamente como una vez cada 100 años en algunos entornos terrestres subsuperficiales.

Buscar en internet una App que modele el crecimiento bacteriano.

Díaz, J. L. (2023). Proyectos de Cálculo integral. Universidad de Sonora tomado de https://www.mat.uson.mx/~jldiaz/Proyectos_C_Integral-2023-I.html

Proyecto 3: Salvando a una víctima de envenenamiento

Usted es un médico en una sala de emergencias del hospital, un niño acaba de ser llevado a la sala de emergencia por un frenético padre. El padre toma el medicamento teofilina en forma de tabletas para el asma. Dos horas antes de llegar al hospital, el niño ingirió 100 mg de teofilina en tabletas. Como la mayoría de los fármacos orales, la teofilina se absorbe en el torrente sanguíneo a una tasa proporcional a la cantidad presente en el tracto gastrointestinal (estómago e intestinos) y se elimina del flujo sanguíneo a una tasa proporcional a la cantidad presente en el torrente sanguíneo. Su tarea es determinar si el niño está en peligro, y si es así, salvar su vida.

Díaz, J. L. (2023). Proyectos de Cálculo integral. Universidad de Sonora tomado de https://www.mat.uson.mx/~jldiaz/Proyectos_C_Integral-2023-I.html

Es importante que den cuenta de los cambios conceptuales de los estudiantes derivados de los proyectos. Al respecto se puede consultar un ejemplo de análisis de cambio conceptual en un proyecto escolar en Avalos-Rogel y Castillo (2024).

Con base en las condiciones del contexto que favorezcan que los docentes en formación participen en una sesión interactiva centrada en la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en el proceso educativo. Se comenzará con una introducción teórica sobre los fundamentos y aplicaciones actuales de la IA en la enseñanza y aprendizaje de matemáticas y ciencias, destacando su capacidad para personalizar el aprendizaje y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes. Se discutirá algún caso de estudio y ejemplos prácticos que ilustran cómo la IA puede ser utilizada para identificar patrones en el aprendizaje de conceptos, proporcionar retroalimentación instantánea y adaptar dinámicamente los materiales de enseñanza.

Posteriormente, los estudiantes normalistas explorarán herramientas y recursos disponibles que incorporan la IA como plataformas de tutoría inteligente, simulaciones interactivas y sistemas de recomendación personalizados.

A través de actividades prácticas y discusiones grupales, se identificarán estrategias efectivas para integrar estas herramientas en el aula y potenciar el cambio conceptual en matemáticas y ciencias. Se enfatizará en cómo la IA puede ayudar a los estudiantes a superar obstáculos conceptuales y promover un aprendizaje más profundo y significativo. Esta actividad no solo habilitará a los docentes en formación para aprovechar las ventajas de la IA

en la educación, sino que también fomentará un entorno de innovación educativa donde la tecnología avanzada y el aprendizaje conceptual se fusionen para mejorar la experiencia educativa de los sus alumnos.

Evaluación de la unidad

Para evaluar los aprendizajes de la segunda unidad, se propone elaborar un texto que contenga:

1. Diagnóstico que identifica el proceso cognitivo y los saberes previos.
2. Diseño de un proyecto interdisciplinar basado en el diagnóstico de impacto comunitario.
3. Informe del desarrollo del proyecto, el cual deberá incluir el análisis del cambio conceptual y el de producciones de los estudiantes de educación básica o media superior que den cuenta del tránsito entre ámbitos del pensamiento matemático o de construcción interdisciplinar.

Evidencias de la unidad	Criterios de evaluación
<p>Descripción del cambio conceptual en matemáticas y en ciencias que se manifiesta como tránsito entre ámbitos del pensamiento matemático, o como error, y su tratamiento, a partir de la implementación de un proyecto interdisciplinario.</p>	<p>Saber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica categorías de las teorías del cambio conceptual en las matemáticas y en las ciencias. • Describe los tipos de creencias, preconceptos y obstáculos en el aprendizaje • Caracteriza tipos de errores de acuerdo con diferentes marcos conceptuales y en relación con el cambio conceptual. <p>Hacer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recupera los elementos de un diagnóstico que da cuenta de procesos cognitivos. • Analiza y describe procesos de cambio conceptual de estudiantes

	<p>de educación básica y media superior.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enumera los elementos de distintos tipos de proyectos interdisciplinarios y de impacto comunitario. • Identifica los componentes del informe de actividades de un proyecto. • Utiliza metodologías y técnicas de la investigación, observación, de la entrevista clínica y del análisis de producciones. • Desarrolla proyectos que favorezcan la innovación didáctica o profesional • Utiliza metodologías activas: Aprendizaje basado en proyectos comunitarios, Aprendizaje en el servicio, Aprendizaje basado en problemas, o bajo el enfoque STEAM. • Contrasta hipótesis relacionadas con la solución de alternativas multi, trans e interdisciplinarias • Comunica claramente sus ideas, argumentos y conclusiones del contraste en los cambios conceptuales. • Diseña y emplea recursos didácticos para favorecer procesos cognitivos. • Usa la inteligencia artificial como innovación para favorecer cambios conceptuales. <p>Ser y estar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce las fuentes de la innovación docente: la investigación sobre el cambio conceptual y el
--	---

	<p>impacto de la práctica en dicho cambio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce la importancia de la perspectiva cognitiva para reflexionar sobre su práctica y la innovación. • Respeta opiniones para favorecer el intercambio de ideas. • Participa de forma proactiva en la construcción de ambientes que favorezcan el cambio conceptual. • Demuestra de manera crítica sus conjeturas en relación con la intervención en la comunidad. • Utiliza el pensamiento científico, crítico y reflexivo.
--	--

Bibliografía

A continuación, se presentan referencias bibliográficas que podrán ser consultadas para el desarrollo de la unidad, con la flexibilidad de ser sustituidas por textos más actuales, disponibles o pertinentes al contexto y al estudiantado que se atiende.

Bibliografía básica

Avalos-Rogel, A. y Castillo, G. (2024). Las prácticas experimentales en la iniciación científica en educación preescolar. *IV Memoria de las Jornadas para la Formación, Consolidación y Fortalecimiento de los Cuerpos Académicos*. 2023. AEFCM-DGENAM-

Aparicio, J. J., & Rodríguez Moneo, M. (2000). Los estudios sobre el cambio conceptual y las aportaciones de la Psicología del Aprendizaje. *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (26), 13–30.

Fuentealba, C. E., Cárcamo, A., Badillo, E., & Sánchez-Matamoros, G. M. (2023). Análisis de errores en tareas sobre el concepto de derivada: una mirada desde la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, y Esquema), *Formación Universitaria* 16 (3), 41-50.

Larraín, A., López, P., Morán, C., Sánchez, A., & Villacencio, C. (2014). *Argumentar para aprender mejores ciencias*. Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT).

Pozo J. I., & Gómez Crespo M. (1998). *Aprender y enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.

Rivas, M. (2008). Procesos cognitivos y aprendizaje significativo. Inspección de Educación. Documentos de trabajo, 19. Consejería de Educación, Comunidad de Madrid.

Bibliografía complementaria

Centeno, J. (1988). *Números decimales: ¿por qué? ¿para qué?* Síntesis.

Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. Universidad de Granada.

Socas, M. M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria. En: L. Rico (Coord.), *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria* (pp. 125-154). ICE Universitat de Barcelona/HORSORI.

Videos

¿Qué es el cambio conceptual? disponible en <https://youtu.be/U05XEILGaU>

Recursos de apoyo

De inteligencia artificial (IA)

<https://chatgptonline.tech/es/>

<https://gamma.app/>

<https://suno.com/>

<https://chatmind.es/>

<https://ideogram.ai/login>

<https://www.capcut.com/es-es/>

<https://socratic.org/>

<https://www.cliengo.com>

<https://newsinitiative.withgoogle.com>

<https://smodin.io/es/omni/matematicas>

<https://www.wolframalpha.com/>

<https://www.cymath.com/sp/>

<https://photomath.com/>

<https://math.microsoft.com/es>

<https://www.mathway.com/es/Algebra>

<https://es.symbolab.com/#>

<https://quizlet.com/es>

Evidencia integradora del curso

Para evaluar los aprendizajes del curso, se sugiere que el estudiantado normalista elabore un documento en donde se organice, de acuerdo con un género de producción académica, la discusión grupal y la reflexión que tuvo lugar en el desarrollo de las unidades de estudio, y que organice teórica y metodológicamente sus hallazgos y saberes, dando muestra de las capacidades logradas.

Evidencia integradora del curso	Criterios de evaluación de la evidencia integradora
<p>Ponencia que pone en evidencia un proceso cognitivo y el cambio conceptual, ya sea en matemáticas o ciencias, con o sin uso de tecnología, derivado de la reflexión de la práctica donde se explicita la innovación que dio origen al cambio conceptual.</p>	<p>Saber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describe categorías de las teorías de la cognición, la metacognición y del cambio conceptual en matemáticas y ciencias. • Enumera y describe los tipos de creencias, preconceptos y obstáculos en el aprendizaje. • Caracteriza tipos de errores de acuerdo con los marcos conceptuales sobre procesos cognitivos y el cambio conceptual. • Diferencia pseudoconceptos y conceptos, y el tránsito entre ellos. • Reconoce componentes de la ponencia como un género de producción académica. <p>Hacer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza y describe procesos cognitivos superiores y cambio conceptual en producciones de estudiantes de educación básica y media superior. • Utiliza metodologías y técnicas de la investigación, observación, de la entrevista clínica y del análisis de producciones. • Desarrolla proyectos que favorezcan la innovación didáctica o profesional. • Contrasta hipótesis relacionadas con la solución de alternativas multi, trans e interdisciplinarias.

	<ul style="list-style-type: none">• Comunica claramente sus ideas, argumentos y conclusiones del análisis de distribuciones.• Usa la innovación y los recursos tecnológicos como la inteligencia artificial, para favorecer procesos cognitivos. <p>Ser y estar</p> <ul style="list-style-type: none">• Reconoce las fuentes de la innovación docente: la reflexión y la investigación sobre el cambio conceptual.• Reconoce la importancia de la perspectiva cognitiva para reflexionar sobre su práctica y la innovación.• Respeta opiniones para favorecer el intercambio de ideas.• Participa de forma proactiva en la construcción de ambientes resilientes.• Demuestra de manera crítica sus conjeturas en relación con las necesidades de la comunidad.• Utiliza el pensamiento científico, crítico y reflexivo.
--	--

Perfil académico sugerido

Nivel académico

Licenciatura en Educación Media o en Educación Secundaria en la especialidad de Matemáticas y otras áreas afines.

Obligatorio: Nivel de licenciatura, preferentemente maestría o doctorado en el área de Matemática Educativa, Didáctica de las Matemáticas o Educación Matemática.

Deseable: Experiencia de investigación en el área de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Experiencia docente para:

- Trabajo por proyectos colaborativos.
- Utilizar las TICCAD en los procesos de enseñanza y aprendizaje, de preferencia contar con experiencia en Inteligencia artificial.
- Conocimiento sobre diseño y desarrollo de la creatividad.
- Retroalimentar de manera oportuna el aprendizaje de los estudiantes.
- Experiencia profesional frente a grupo.

Referencias de este programa

- Aparicio, J. J., & Rodríguez Moneo, M. (2000). Los estudios sobre el cambio conceptual y las aportaciones de la Psicología del Aprendizaje. *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa*, (26), 13-30.
- Brousseau, G. (1983). Los obstáculos epistemológicos y los problemas en matemáticas, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4(2), 165-198.
- Centeno, J. (1988). *Números decimales: ¿Por qué? ¿Para qué?* Síntesis.
- Cervera, P. (1998). Estrategias para la solución de problemas geométricos que emplean los alumnos en duodécimo grado. Un estudio de caso. Tesis presentada en opción al Título académico de Máster en Ciencias de la Educación Instituto Superior Politécnico "Julio Antonio Mella". La Habana, Cuba.
- Cid, E. (s/f), Obstáculos epistemológicos en la enseñanza de los números negativos, Departamento de Matemáticas-Universidad de Zaragoza.
- Chamorro, Ma. del C. (1995). Los procesos de aprendizaje en matemáticas y sus consecuencias metodológicas en primaria, *UNO, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 4, 87-96.
- Chevallard, Y., M. Bosch y J. Gascón (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. ICE/Horsori.
- Córdoba, J. M. y Rodríguez, M. L. (2016). La gestión de procesos de aprendizaje auténticos del álgebra simbólica en educación secundaria. La Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas en la Formación Inicial y la Educación Básica Volumen 1. *Memorias del primer congreso nacional de enseñanza y aprendizaje Mathems 2016*.
- De Puerto, S. M., Minnaard, C. L., & Seminara, S. A. (2004). Errores en el aprendizaje de las matemáticas, *Revista de la Universidad de CAECE*, 19 (74), p. 5-18.
- De Sánchez, M. A. (1995). *Desarrollo de Habilidades de Pensamiento; procesos básicos del pensamiento*. Trillas. Disponible en: http://memsupn.weebly.com/uploads/6/0/0/7/60077005/desarrollo_de_habilidades.pdf.
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos. La relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo* (M. A. Galmarini, Trad.). Paidós. Disponible en: <https://www.facilitadores-alfa.org/wp-content/uploads/2020/10/Como-pensamos.-Jhon-Dewey.pdf>

- Díaz, R. (2010). *Aprender a aprender. Procesos básicos del pensamiento*. Universidad Central de Venezuela. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/269/1/Material%20de%20apoyo-Procesos%20b%C3%A1sicos%20del%20pensamiento-2010.pdf>
- Fernández, M., & Brito, R. (2018). Los errores cognitivos y sus causas: una mirada desde la didáctica de las ciencias exactas. *Transformación*. 14 (1), 81-89.
- Filloy, E. (1999). Procesos de abstracción en el aprendizaje del álgebra. En N. Grepe (Ed.), *Aspectos teóricos del álgebra educativa* (pp. 37-45). Grupo Editorial Iberoamérica.
- Fuentealba, C. E., Cárcamo, A., Badillo, E., & Sánchez-Matamoros, G. M. (2023). Análisis de errores en tareas sobre el concepto de derivada: una mirada desde la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, y Esquema), *Formación Universitaria* 16 (3), 41-50.
- García, E. (2013). *La pregunta como intervención cognitiva*. Limusa.
- González, B. y León, A. (2013). Procesos cognitivos: De la prescripción curricular a la praxis educativa. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales* 19, enero-diciembre, 2013, pp. 49-67, Universidad de los Andes Mérida, Venezuela.
- Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. Universidad de Granada, España.
- Larraín, A., López, P., Morán, C., Sánchez, A., & Villacencio, C. (2014). *Argumentar para aprender mejores ciencias*. Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT).
- Osses Bustingorry, S. y Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios pedagógicos* 34 (1). [online]. 2008, pp.187-197. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000100011>.
- Pozo J. I. y Gómez Crespo M. (1998). *Aprender y enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.
- Ríos, P. (1998). Desarrollo del pensamiento como eje transversal. *Revista Educación* 18, 48-63.
- Rivas, (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. Comunidad de Madrid- Consejería de Educación- Viceconsejería de Organización Educativa.

- Rodríguez, O., Hernández, R., & Álvarez, M. L. (2017). Estrategia de enseñanza de la matemática: una visión en condiciones de inclusión educativa. *Revista Varela*, 17(47), 219-232. Disponible en: <https://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/138/312>
- Ruano, R. M., & Socas M. M. (2008). Análisis y clasificación de errores cometidos por alumnos de secundaria en los procesos de sustitución formal, generalización y modelización en álgebra. *PNA: Revista de investigación en Didáctica de la Matemática*, 2(2), 61-74.
- Sanz de Acedo de Acedo, M. L. (2016). *Competencias cognitivas en Educación Superior*. Narcea.
- Socas, M. M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria. En: L. Rico (Coord.), *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria* (pp. 125-154). ICE Universitat de Barcelona/HORSORI.
- Socas, M. M. (2007). Dificultades y errores en el aprendizaje de las Matemáticas. Análisis desde el enfoque Lógico Semiótico. En M. Camacho, P. Flores y M. P. Bolea (Eds.), *Investigación en educación matemática XI* (pp. 19-52). La Laguna: SEIEM.
- Vélez, C., & Ruíz, F. (2021). Una revisión sobre metacognición. Algunas implicaciones para los procesos educativos. *Tesis Psicológica*, 16(1) 100-117.