



Evaluación de las habilidades científicas, matemáticas, tecnológicas, pedagógicas y ciudadanas en profesores de secundaria, de Ciencias y Matemáticas, mediante la resolución de casos

Evaluation of the Scientific, Mathematical,
Technological, Pedagogical, and Citizenship Skills
of Secondary Science and Mathematics teachers
through the Resolution of Cases

Recibido: 13 de agosto de 2024. Aprobado: 21 de mayo de 2025

<http://doi.org/10.15359/rep.20-1.10>

Gilberto Chavarría Arroyo¹

Universidad Nacional

Heredía, Costa Rica

gilberto.chavarría.arroyo@una.cr

Alejandro Durán Apuy²

Universidad Nacional

Heredía, Costa Rica

alejandra.duran.apuy@una.ac.cr

Adriana Zúñiga Meléndez³

Universidad Nacional

Heredía, Costa Rica

adriana.zuniga.melendez@una.cr

Giselle León León⁴

Universidad Nacional

Heredía, Costa Rica

giselle.leon.leon@una.cr

1 Docente e investigador universitario, doctor en Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, España. <https://orcid.org/0000-0001-8586-7479>

2 Docente e investigador universitario, máster en Desarrollo Sostenible de la Universidad de Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0001-6605-6048>

3 Docente e investigadora universitaria, doctora en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología, Universidad de Granada, España. <https://orcid.org/0000-0002-7911-2288>

4 Docente e investigadora universitaria, doctora en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología, Universidad de Docente e investigadora universitaria, doctora en Educación con pasantía en Investigación Educativa, Universidad Autónoma de Durando. <https://orcid.org/0000-0003-1198-4319>

RESUMEN



Este artículo presenta una evaluación de las habilidades científicas, matemáticas, tecnológicas, pedagógicas y ciudadanas utilizadas por personas docentes de secundaria de Ciencias y Matemáticas, para proponer soluciones interdisciplinarias a situaciones reales. Para ello, se diseñaron cuatro estudios de caso referidos a temas como la contaminación ambiental, la afectación del turismo por el COVID-19, la captación de agua de lluvia y la naturaleza particular de algunas mezclas. Para valorar las habilidades presentes en los casos, se establecieron indicadores que definen esta competencia con sus respectivos niveles de desempeño. Se llevó a cabo un enfoque mixto, que combinó un análisis cualitativo con métodos cuantitativos para la síntesis de datos. Los mayores niveles de desempeño se asociaron a aspectos básicos como la interpretación y la argumentación, en contraste con capacidades superiores como la evaluación, el pensamiento crítico y sistémico, y la creatividad, donde el desempeño fue considerablemente más bajo. La comunicación y la colaboración se mantuvieron presentes durante toda la actividad. Las habilidades pedagógicas, así como las tecnológicas, presentaron resultados más bajos. Las propuestas didácticas diseñadas por las personas docentes mostraron algunas debilidades, tales como actividades con poca concordancia con lo que se deseaba lograr, estrategias de evaluación que no valoran el nivel de concreción, y un uso de las herramientas tecnológicas enfocado solamente en la búsqueda de información en internet.

Palabras clave: Docente de secundaria, estudios de caso, evaluación, habilidad, interdisciplinariedad.



ABSTRACT

This article presents an assessment of the scientific, mathematical, technological, pedagogical and citizenship skills used by secondary Science and Mathematics teachers to propose interdisciplinary solutions to real situations. To reach this objective, four case studies were designed on topics such as environmental pollution, the impact of Covid-19 on tourism, rainwater harvesting for human consumption, and the nature of some mixtures. To assess the competencies, present in the cases, indicators were established that define each area with its respective levels of performance. A mixed-methods approach was employed, integrating qualitative analysis with quantitative techniques for data synthesis. Higher levels of performance were associated with basic abilities such as interpretation and argumentation in contrast to advanced aspects such as assessment, critical and systems thinking, and creativity, where performance was considerably lower. Cross-curricular competencies such as communication and collaboration were present throughout the activity. Pedagogical and technological skills showed lower results than expected. The teaching proposals designed by the teachers for their classroom spaces presented some weaknesses, such as activities with little alignment to the desired outcomes, evaluation strategies that do not assess the level of specificity, and the use of technological tools focused only on searching for information on the Internet.

Keywords: case studies, evaluation, interdisciplinarity, secondary school teachers, skills



Introducción

Las habilidades científicas desempeñan un papel crucial en la formación de las personas y en el desarrollo de la sociedad en general. Estas son esenciales para comprender y abordar los desafíos del mundo actual y futuro. La ciencia no solo proporciona un marco para entender el mundo que nos rodea, sino que también fomenta la curiosidad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (León-León y Zúñiga-Meléndez, 2019).

En un mundo cada vez más complejo y tecnológicamente avanzado, las habilidades científicas son fundamentales en diversas áreas, desde la toma de decisiones informadas en la vida cotidiana hasta la resolución de problemas globales, como el cambio climático o las pandemias. Además, estas habilidades no solo se aplican en campos relacionados con las ciencias exactas y naturales, sino que también son valiosas en la toma de decisiones éticas y morales (Montero *et al.*, 2022). Asimismo, su relevancia se extiende a otras esferas de la acción humana, como las ciencias sociales, la economía, la política, la psicología, las artes y la gestión empresarial, donde contribuyen a un análisis crítico y a la solución de problemas complejos.

Los procesos educativos que promueven estas habilidades no solo empoderan a las personas para tomar decisiones informadas, sino que también contribuyen al avance y la prosperidad de la sociedad en su conjunto (Obando-Leiva, 2018). Por ello, el papel de las personas docentes como mediadoras de las habilidades científicas es de suma importancia en el proceso

educativo. También, su labor es fundamental en la construcción del conocimiento científico y, aún más importante, en el cultivo de la curiosidad, el pensamiento crítico y la capacidad de investigación en el estudiantado. Su influencia va más allá de la construcción de saberes disciplinares; forjan una base sólida para que los estudiantes se conviertan en ciudadanos informados, pensadores críticos y contribuyentes activos a la comunidad científica y, a la sociedad, en general (Obando-Leiva, 2018).

La noción de que las personas, a lo largo de su proceso estudiantil y de profesionalización, adquirieran conocimientos sobre determinados conceptos y demuestren sus capacidades al desempeñar una tarea, fueron permeando, de manera particular, el currículo en Costa Rica. Estas ideas se materializaron con la implementación de la reforma curricular *Educación para una Nueva Ciudadanía* en 2018, la cual se basa en una renovada propuesta de programas de estudio de Ciencias para primaria y secundaria. La propuesta está orientada hacia una educación científica que fomente una nueva ciudadanía en el contexto del desarrollo sostenible. Este enfoque aboga por la formación de una ciudadanía que sea solidaria y el reconocimiento de la diversidad pluricultural y multiétnica de nuestro país, además de capacitar a las personas para aplicar sus conocimientos en contextos de la vida cotidiana (Ministerio de Educación Pública [MEP], 2016).

Al adoptar este enfoque, las personas docentes se enfrentan al desafío de fortalecer sus habilidades científicas, tecnológicas y ciudadanas, lo que les permitirá diseñar escenarios de aprendizaje que fomenten el desarrollo integral de sus estudiantes. Esto es fundamental para que los alumnos puedan comprender, evaluar y utilizar la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana (Figuerola *et al.*, 2020). Las y los profesionales de la educación deben contar con un sólido conocimiento en ciencias, matemáticas y tecnología, con el fin de preparar al estudiantado para un mundo cada vez más orientado



hacia estas disciplinas, que son el soporte de las carreras STEM (*Morales et al., 2023*). La capacidad de las y los docentes para integrar avances científicos y tecnológicos en su enseñanza influye directamente en el desarrollo de competencias relevantes en los estudiantes, preparándolos para afrontar los desafíos del siglo XXI. Por tal razón, es fundamental realizar evaluaciones de las habilidades científicas y tecnológicas de los educadores para garantizar la calidad de la educación (*Darling-Hammond et al., 2020*).

Para tal fin, autores como *Darling-Hammond et al. (2020)* y *Merrill (2002)* proponen realizar evaluaciones a las y los docentes, mediante la resolución de casos, que permite aplicar conocimientos teóricos a situaciones prácticas, para demostrar así su comprensión y destrezas en contextos reales. Al implementar la resolución de casos como método de evaluación, se puede describir la forma en que las profesoras y los profesores abordan problemas científicos y tecnológicos de manera crítica y creativa, alineando así, la evaluación con las demandas de la enseñanza contemporánea. Esta evaluación por casos fomenta la reflexión y la toma de decisiones informadas, aspectos esenciales en el desarrollo de competencias docentes sólidas en el ámbito científico y tecnológico.

En este contexto, el objetivo de este artículo es evaluar las habilidades científicas, matemáticas, tecnológicas, pedagógicas y ciudadanas de las profesoras y los profesores de secundaria de Ciencias y Matemáticas a través de la resolución de casos basados en contextos reales para identificar áreas de mejora que potencien su práctica docente y contribuyan al desarrollo integral de sus estudiantes.

Marco teórico

Habilidades científicas y pedagógicas

Las habilidades científicas se entienden como el conjunto de aptitudes, destrezas y capacidades que permiten a las personas comprender, explorar y aplicar el método científico y el pensamiento crítico en la búsqueda del conocimiento y la resolución de necesidades en el nivel personal y social (Quintanilla *et al.*, 2014). Dentro de las habilidades deseables de toda persona docente, destacan: creatividad, pensamiento crítico, pensamiento sistémico, ciudadanas, tecnológicas y resolución de problemas. Además, debido a la labor que desempeñan las profesoras y los profesores en el proceso de enseñanza, es fundamental que desarrollen habilidades pedagógicas que les permitan planificar y ejecutar sus lecciones, así como llevar a cabo las evaluaciones a sus estudiantes y promover la investigación (Sosa *et al.*, 2018).

El pensamiento crítico es indispensable para las personas docentes, ya que les permite analizar, sintetizar y evaluar información y evidencias para llegar a conclusiones informadas y bien fundamentadas. Este tipo de pensamiento implica el uso del conocimiento científico, matemático y tecnológico para abordar problemas complejos y evaluar diversas soluciones, facilitando la toma de decisiones informadas (Benavides y Ruiz, 2022). En un entorno educativo, las y los docentes que fomentan el pensamiento crítico no solo guían a sus estudiantes en la realización de análisis profundos, sino que, también les capacitan para tomar decisiones informadas y basadas en evidencia. Esta habilidad es esencial para formar ciudadanos responsables y comprometidos, capaces de enfrentar los desafíos del mundo actual con criterio y reflexión. Así, se crea un ambiente de aprendizaje donde el



cuestionamiento y la indagación se convierten en herramientas clave para el desarrollo personal y académico (Castiblanco, 2019).

Por otro lado, el pensamiento creativo es esencial para generar ideas originales y valiosas, al interpretar diversas situaciones de múltiples maneras y visualizar una variedad de respuestas ante un problema. Según Pacheco (2003), las personas creativas se caracterizan por su flexibilidad en los patrones de pensamiento, su interés en ideas complejas y lo inusual, así como por su sensibilidad a lo estético. En el aula, las profesoras y los profesores que fomentan la creatividad pueden inspirar a sus estudiantes a pensar fuera de lo convencional y a desarrollar soluciones innovadoras (Becerra y Osorio, 2020).

El pensamiento sistémico es también clave para las personas docentes, al facilitar la identificación de relaciones, patrones y conexiones entre diferentes elementos de una situación. Permite ver el todo y sus partes, así como las interconexiones entre ellas. Esta perspectiva integral es crucial para abordar problemas educativos de manera holística y para diseñar estrategias de enseñanza que consideren todos los factores involucrados (Montilla-García, 2022).

Por otra parte, la resolución de problemas es una habilidad fundamental para evaluar la viabilidad de las acciones propuestas en relación con situaciones planteadas. Incluye la capacidad para formular y aplicar soluciones efectivas a diversas situaciones problemáticas (Astuti y Subali, 2021; Díaz y Díaz, 2020).

Las habilidades ciudadanas son igualmente importantes, ya que implican la capacidad para participar activamente en la vida civil, mantenerse informado y comprender los procesos gubernamentales (Zambrano, 2018). Estas permiten tomar decisiones y acciones que favorecen el bienestar propio, de otros y del planeta, entendiendo la interconexión profunda entre todos estos aspectos. Las personas docentes que promueven estas

destrezas en sus estudiantes contribuyen a formar ciudadanos responsables y comprometidos.

En otro aspecto, las habilidades tecnológicas son esenciales en el contexto actual, donde el dominio de la tecnología desempeña un papel crucial en la vida cotidiana y profesional. Facilitan la comprensión, el análisis y el uso de diversas herramientas tecnológicas para crear nuevos productos y resolver problemas del entorno (Sandí y Sanz, 2018).

Finalmente, las habilidades pedagógicas comprenden la capacidad para planificar y ejecutar diversas técnicas y métodos de mediación, evaluación e investigación para promover procesos educativos integrales. Vivanco y Sarango (2019) subrayan que estas competencias son esenciales para el desarrollo de entornos de aprendizaje efectivos y completos. Los y las docentes con estas destrezas pedagógicas pueden diseñar y llevar a cabo lecciones que fomentan el desarrollo integral de sus estudiantes.

El desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, creativo, sistémico, la resolución de problemas, ciudadanas, tecnológicas y pedagógicas es fundamental para que las personas docentes puedan desempeñar su labor de manera efectiva. Estas competencias no solo mejoran la calidad de la enseñanza, sino que también preparan a las y los estudiantes para enfrentar un mundo cada vez más complejo y en constante cambio (Bustamante *et al.*, 2021).

Metodología

Diseño

La investigación posee un enfoque mixto, al partir de un análisis cualitativo del contenido con apoyo en métodos cuantitativos de síntesis de datos. Mediante estudios de caso, se evaluaron las habilidades científicas,



matemáticas, tecnológicas y ciudadanas de las y los docentes de secundaria al abordar diversas situaciones, así como sus competencias pedagógicas para diseñar propuestas que fomenten dichas habilidades en el aula.

Los estudios de caso son una estrategia didáctica constructivista que centra la experiencia de aprendizaje en el aprendiente transformándolo en el responsable del desarrollo de su conocimiento, habilidades. Consisten en ofrecer una serie de escenarios que simulen diversas situaciones problemáticas de la vida real, con el fin de que sean estudiadas y analizadas para proponer soluciones innovadoras (González, 2015).

Participantes

La muestra estuvo conformada por 30 docentes de secundaria que impartían los programas de Ciencias, Física, Química o Biología y 22 docentes de Matemáticas quienes, de manera voluntaria, atendieron la invitación que se hizo desde las direcciones regionales de educación (DRE) del Ministerio de Educación Pública (MEP) correspondientes a Sarapiquí, Nicoya y Puntarenas. Las instituciones de procedencia de este personal correspondieron a colegios académicos públicos de jornada diurna. El 60 % de los participantes correspondieron a hombres y el 40 % a mujeres. En cuanto a la experiencia docente el 30 % tenía entre uno y cinco años de laborar para el centro educativo y el 70 % contaba con más de cinco años. De igual manera, el 65 % de las personas docentes contaban con la categoría MT5 (grado de licenciatura) y el restante 35 % con MT6 (maestría o licenciatura con un diplomado en educación primaria).

Procedimiento

El estudio se desarrolló en tres etapas, las cuales se describen a continuación.

Etapa 1: Definición y caracterización de las habilidades e indicadores

Se definieron conceptualmente las habilidades y para cada una se establecieron indicadores tal como se detalla en las Tablas 1, 2 y 3. Posteriormente, se definieron tres criterios de desempeño por indicador, el nivel bajo representaba un grado de concreción básico o inicial de criterio, donde se requería cognitivamente recordar y comprender algunas ideas, el nivel medio, que demandaba aplicar o analizar determinada situación, en tanto que, el nivel alto pretendía de un proceso más complejo como evaluar y crear. En el caso de las habilidades pedagógicas la valoración se centró en las capacidades de las y los docentes para desarrollar propuestas creativas de intervención de aula haciendo uso de su conocimiento en cuanto a planificación, didáctica, evaluación e investigación, no así en la aplicación de estas propuestas en el aula.



Tabla 1

Indicadores y criterios de desempeño propuestos para valorar la habilidad de creatividad, el pensamiento crítico y las habilidades ciudadanas en profesores de Ciencias y Matemáticas para resolver un caso

Indicador	Criterios de desempeño
Habilidad: Creatividad	
<i>Pensamiento creativo</i>	Pensamiento convergente: Plantea ideas concretas a partir de un proceso analítico para dar solución a un problema Pensamiento divergente: Propone nuevas perspectivas para solucionar una situación a través de ideas alternativas
<i>Trabajo creativo</i>	Iniciativa: Reconoce las oportunidades y actúa de manera rápida y anticipada para superar obstáculos y resolver problemas Inventiva: Formula ideas para dar solución a problemas establecidos mediante un abordaje novedoso Adaptación: Propone nuevas ideas adaptándose al contexto particular del problema
Habilidad: Pensamiento crítico	
<i>Razonamiento efectivo</i>	Compara los elementos y los relaciona con diferentes fenómenos Examina los factores que se encuentran presentes en el escenario
<i>Comprensión</i>	Describe ideas en forma oral, escrita y gráfica
<i>Argumentación</i>	Explica los resultados por medio de evidencias
<i>Toma de decisiones</i>	Decide acciones concretas a partir de los pros y los contras analizados
Habilidades ciudadanas	
<i>Toma de decisiones cívicas</i>	Relaciona los factores que influyen en el mejoramiento de las condiciones de vida, así como la afectación y responsabilidad en el nivel local, regional y planetaria

Nota: Elaboración propia, a partir de documento de la política curricular *Educar para una nueva ciudadanía* (MEP, 2016).

Tabla 2

Indicadores de desempeño propuestos para valorar la habilidad de pensamiento sistémico, apropiación de las tecnologías y comunicación

Indicador	Criterios de desempeño
Habilidad: Pensamiento sistémico	
<i>Causalidad entre los componentes del sistema</i>	Establece relaciones de causalidad entre los datos
<i>Causalidad entre los componentes del sistema</i>	Relaciona datos, hechos o acciones, según la relación de causalidad detectada
<i>Modelización</i>	Habilidad para representar por medio de un modelo un sistema complejo
Habilidad: Apropiación de las tecnologías	
<i>Aplicación de conocimientos</i>	Identifica recursos tecnológicos digitales, contemplando aspectos económicos, socioculturales y éticos, relacionados
<i>Apropiación de tecnologías digitales</i>	Indica, de manera específica, el uso de tecnologías digitales para dar solución al caso planteado, tomando en cuenta aspectos económicos, socioculturales y éticos
<i>Productividad</i>	Utiliza aplicaciones y recursos digitales, de forma creativa y productiva, como herramientas para la presentación y organización de la información
Habilidad: Comunicación	
<i>Transmisión efectiva</i>	Desarrolla producciones orales, escritas, plástica y otras, a partir de criterios establecidos
<i>Comprensión</i>	Describe ideas en forma oral, escrita y gráfica durante la generación de la lluvia de ideas



Habilidad: Colaboración

<i>Negociación equitativa</i>	Plantea acuerdos en común a partir de diferentes criterios discutidos sobre la problemática planteada
<i>Pluralidad, y valoración de las diferencias</i>	Informa sus ideas a los integrantes del equipo de trabajo para generar una lluvia de ideas

Nota: Elaboración propia, utilizando como referencia el documento de la política curricular *Educar para una nueva ciudadanía* (MEP, 2016).

Tabla 3
Indicadores de desempeño propuestos para valorar las habilidades pedagógicas

Indicador	Criterios de desempeño
Habilidad: Pensamiento sistémico	
<i>Planificación</i>	Propone las etapas o momentos de tal manera que puedan lograrse las habilidades e indicadores propuestos
<i>Didácticos</i>	Plantea diferentes métodos y técnicas en las que el docente es el guía y el educando es el actor principal del proceso de aprendizaje
<i>Evaluación</i>	Propone estrategias evaluativas para evidenciar el logro de las habilidades a través del cumplimiento de los criterios de aprendizaje
<i>Investigación</i>	Propone elementos de la investigación que le permiten mantener la consistencia y coherencia científica

Nota: Elaboración propia (2019).

Etapas 2: Diseño y aplicación de los estudios de caso

Se diseñaron cuatro estudios de caso:

Caso 1. “El mundo que podría ser”, en el cual se abordaban problemáticas ambientales. Primero, se les pidió a las y los participantes que leyeran un texto que describía diversas problemáticas ambientales en el nivel global. Luego, se les solicitó que seleccionaran la situación que consideraran más cercana a su contexto y que, basándose en ciertos indicadores, representaran ese escenario. Finalmente, se les pidió que analizaran los posibles escenarios a 10 años y que propusieran acciones concretas para abordar la problemática seleccionada.

Caso 2. “El efecto de la pandemia por COVID-19 en la actividad turística” se propuso en el contexto de la afectación que sufrió la actividad turística de Costa Rica. En este ejercicio, inicialmente se solicitaba que dieran lectura de una información en la que se exponían una serie de problemáticas asociadas con el turismo. Se les solicitó que analizaran esta información y que propusieran un escenario para un lugar determinado en el que tomaran en cuenta las implicaciones económicas, sociales, ambientales, emocionales entre otras. Finalmente, se les pidió que, a partir del análisis de las conexiones e interacciones entre las variables, propusieran soluciones para mejorar la situación de la actividad turística en el lugar seleccionado.

Caso 3. “Conflicto cognitivo”, en el cual se propusieron dos situaciones a partir de algunas preguntas problematizadoras como ¿Por qué $50 + 50$ no da 100? Previo a esto se les indicaba acerca de un diseño experimental de química donde se pidió medir 50 ml de agua y 50 ml de etanol y mezclarlos en una probeta, pero al tener la totalidad de las sustancias su medida



es menor a 100ml. La segunda situación se enfocaba en el crecimiento de una persona, se les propuso lo siguiente: en un examen de química el profesor José María solicitó a sus estudiantes un ejemplo de propiedad física de la materia. Jorge dio como ejemplo el crecimiento de una persona, ya que recordaba que la longitud era una propiedad física. Su profesor le indicó que crecer es, en realidad, una propiedad química, por lo que solicitó que propusieran ideas que permitieran dar respuestas a las siguientes interrogantes: ¿Cómo explicarían ustedes que el crecimiento de una persona es una propiedad química?

Caso 4. “Cosecha de agua de lluvia en zonas con déficit hídrico”. En este caso, se propuso como actividad inicial la lectura de información referente a la implementación de un sistema de captación de agua lluvia (SCALL). Seguidamente se les proporcionaron algunos datos de los efectos del tratamiento del SCALL en el agua de lluvia en isla Caballo y se les solicitó que realizaran una interpretación matemática y que lo representaran. Finalmente, se les pidió que analizaran la factibilidad del desarrollo de un proyecto de aprovechamiento de agua en una institución educativa con 1500 estudiantes y para esto se les proporcionaron algunos datos de la precipitación del cantón donde se ubicaba el centro educativo.

En cada caso, se brindó un texto con una introducción teórica breve, seguido de actividades en equipo para consensuar respuestas. Las y los participantes leyeron la información brindada, y a partir de preguntas generadoras hicieron una lluvia de ideas, propusieron soluciones y formas de presentación, e indicaron tecnologías a utilizar. Finalmente, se les pidió diseñar una clase interdisciplinaria entre matemáticas y ciencias naturales, basada en la experiencia, la cual incluyera planificación, mediación y evaluación de habilidades.

Validación de los casos

Para el proceso de validación de los casos, se realizaron dos pilotajes en diferentes momentos. En la primera fase, participaron treinta y dos docentes de Enseñanza de las Ciencias, mientras que, en la segunda, veintidós asesores nacionales de Ciencias y Matemáticas de diversas direcciones regionales de educación del país. A ambos grupos se les solicitó resolver el caso y, tras completar la actividad, llenar un breve instrumento que evaluaba la estructura, secuencia, formato, redacción y tiempo estimado de cada propuesta. Además, el instrumento examinaba la congruencia de la metodología utilizada, así como la correspondencia entre las actividades, y la pertinencia y claridad de los enunciados.

Etapa 3: Levantamiento y análisis de la información

Instrumento observacional

Se utilizó una escala observacional para evaluar las habilidades de las y los participantes en la resolución del caso, con niveles de desempeño (bajo, medio, alto) según criterios establecidos. Las observaciones se realizaron virtualmente en Microsoft Teams, con tres observadores y de cuatro a seis docentes por sala. Cada observador evaluó a dos docentes, al registrar aspectos del desempeño individual y grupal. La intervención de los observadores se limitó a instrucciones iniciales, aclaración de dudas y control del tiempo. Las sesiones, de tres horas, fueron grabadas para corroborar y detallar las observaciones realizadas.



Sistematización de los datos

Para sistematizar la información de las observaciones, se utilizaron matrices en las que se valoraron los niveles de desempeño descritos anteriormente para cada indicador por habilidad. Por cada docente observado se completó un matriz, las cuales posteriormente se codificaron y agruparon por categorías con la finalidad de establecer una valoración general de cada habilidad. Los niveles de desempeño para cada una de estas se representaron gráficamente mediante frecuencias relativas y se utilizaron elementos de la estadística descriptiva para su interpretación.

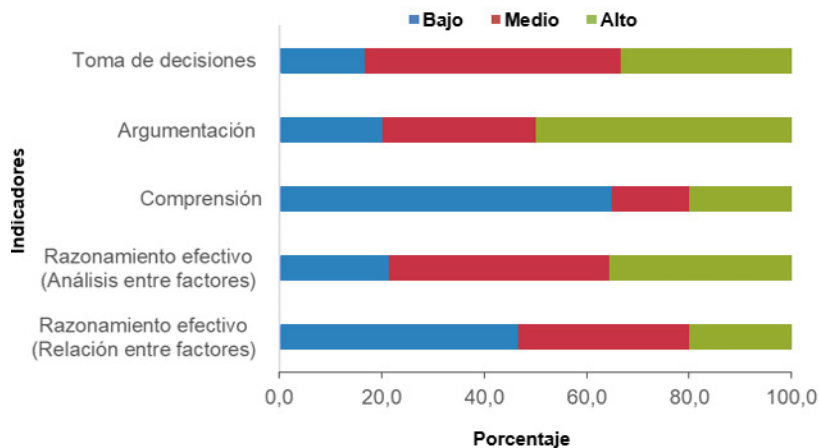
Resultados y discusión

En este apartado, se presenta la sistematización y análisis de los resultados a partir de valoración de los niveles de desempeño docente en cuanto a las habilidades para resolver casos basados en contextos reales. Es importante destacar que las interpretaciones y explicaciones responden al contexto de los casos y, por lo tanto, no podemos hacer extrapolaciones a los distintos espacios áulicos en los que se desempeñan las y los docentes participantes.

Respecto al análisis de esta habilidad de pensamiento crítico, observamos diferencias entre los niveles de desempeño para los indicadores evaluados (Figura 1). Por un lado, la argumentación, la toma de decisiones y el razonamiento efectivo (correspondiente al rasgo de la identificación de factores) fueron los indicadores en los que las personas docentes obtuvieron mejores resultados. En contraste, con lo registrado para la comprensión y la relación entre factores, en donde las personas participantes mostraron un nivel de desempeño bajo.

Figura 1

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias relacionado con la habilidad de pensamiento crítico



Nota: Elaboración propia.

El bajo nivel de desempeño manifestado en el indicador de comprensión podría relacionarse con que muchos equipos de trabajo, inicialmente al enfrentarse al caso, generaron intercambios de ideas sin leer a profundidad la información suministrada. Las personas docentes recurrieron más a sus experiencias previas que al análisis de los elementos propios del problema planteado, ya que consideraban que estaban vinculados con situaciones cotidianas para las cuales ya tenían conocimientos existentes para resolverlo.

Como consecuencia de lo anterior, cuando los participantes constataron que para responder a las etapas del caso requerían análisis y evaluaciones cada vez con un mayor grado de complejidad, empezaron a surgir dudas de la profundidad de la información que se manejaba en la etapa inicial. Para



la mitad de docentes de Matemáticas, fue más complejo establecer una relación entre la situación planteada y las actividades propias de su asignatura, por lo que al inicio de la actividad fueron poco participativos y justificaron que el tema abordado no correspondía a un contexto matemático. Estas situaciones evidencian la necesidad de reconocer, a través de proceso de razonamiento efectivo, todos los elementos asociados a un problema y que permitan su comprensión integral.

Por otra parte, con la finalidad de apoyar sus argumentos iniciales, la mayoría de los equipos de trabajo realizaron búsquedas en internet para obtener más información de carácter técnica y científica acerca de la temática y la terminología incorporada en el caso. Esto les permitió proponer explicaciones mejor sustentadas, lo cual se reflejó en un nivel desempeño más alto en indicador de argumentación.

Un ejemplo de lo anterior se presentó en el caso “Cosecha de agua de lluvia en zonas con déficit hídrico” donde se proponía la utilización de un sistema de captación de agua de lluvia para consumo humano (SCALL). Para dar solución al caso los participantes investigaron acerca de los parámetros fisicoquímicos, para el consumo de agua, el régimen de precipitación de la zona en la que se encontraba su institución. Además, consideraron la población beneficiaria, los usos del agua, los costos económicos entre otros elementos, lo cual favoreció el análisis y la toma de decisión respecto a la viabilidad para la implementación de este sistema en sus propios centros educativos.

En cuanto al indicador referido al análisis y relación entre factores, la mayoría de los equipos presentó dificultades para poder definir y relacionar las variables involucradas en los casos, así como en proyectar los efectos a futuro de persistir o empeorar la situación problematizadora. Para los casos de ambiente y turismo, los equipos establecieron algunas de las causas, así

como, las consecuencias en diferentes dimensiones a través de un diagrama de nexos. Por ejemplo, en el caso de la contaminación ambiental, las personas docentes identificaron el uso cotidiano de productos plásticos y las malas prácticas de consumo como causas de dicha problemática y reconocieron que estas situaciones se han presentado en sus centros educativos o comunidades. En esta línea, establecieron las consecuencias del mal manejo de estos residuos y sus afectaciones en el ámbito social, económico, ecológico y en la salud.

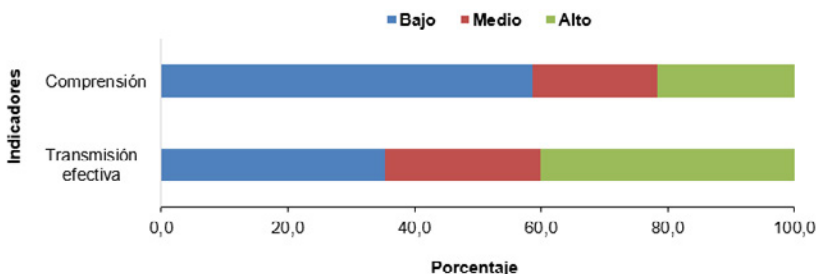
De manera general se evidencia, a través de las valoraciones realizadas para la habilidad de pensamiento crítico, que existen oportunidades de mejora en términos de razonamiento efectivo y comprensión en las y los docentes que participaron del estudio. En esta línea Demiral (2018), menciona que las personas docentes deben tener habilidades de pensamiento crítico que les permitan diseñar escenarios de aprendizaje en los cuales se incentive a los estudiantes a cuestionar, participar, discutir y brindar soluciones argumentadas a situaciones reales.

En cuanto a la habilidad de comunicación (Figura 2) un elemento transversal que estuvo presente durante todas estas actividades fue la capacidad de los equipos de trabajo para establecer procesos de comunicación asertiva, donde se evidenció un constante intercambio de ideas, lo cual reflejó una transmisión efectiva de la información. No obstante, se presentan algunos vacíos en cuanto a la organización coherente de las ideas y sus representaciones escritas o gráficas lo cual repercute en la identificación de los pasos para alcanzar un nivel adecuado de comprensión.



Figura 2

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias, relacionado con la habilidad de comunicación

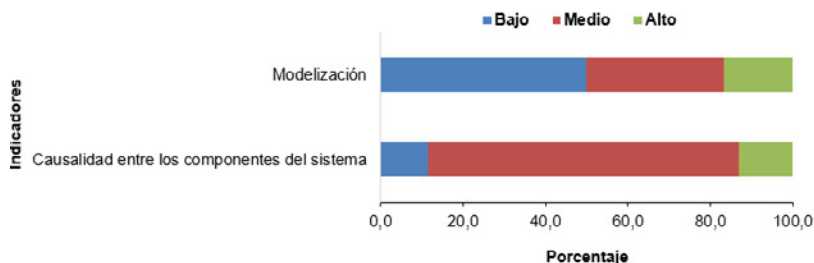


Nota: Elaboración propia.

De manera general, las valoraciones permiten decir que a pesar de que las personas docentes manifiestan tener una trasmisión efectiva alta, los niveles de comprensión son bajos, indicando con esto, que les resulta más sencillo generar producciones orales que transformarlas en propuestas escritas o gráficas que requieren un nivel de complejidad mayor. Al respecto, Valdés (2020) señala que pesar de que en los últimos años se ha incrementado el interés por fomentar la competencia comunicativa en las y los docentes, a la fecha no se logran alcanzar los niveles esperados y se sigue percibiendo cómo las deficiencias en las producciones textuales, gráficas pueden convertirse en barreras que afectan la comprensión y, por ende, la comunicación efectiva. Por otra parte, en relación con la habilidad de pensamiento sistémico, se refleja que el indicador causalidad entre los componentes del sistema tiene un mejor nivel de desempeño respecto a la modelización (Figura 3).

Figura 3

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias relacionado con la habilidad de pensamiento sistémico



Nota: Elaboración propia.

En general, los equipos docentes no lograron elaborar un diagrama de nexos para representar la información relacionada con la interacción o conectividad de las variables identificadas en cada caso. En lugar del diagrama de nexos las y los profesores utilizaron imágenes descargadas de internet para representar la situación, lo cual redujo la posibilidad de analizar los elementos asociados a estas variables y establecer conexiones presentes en el escenario. Un ejemplo de esto se observó en el caso “El mundo que podría ser” donde el docente propuso para abordar la problemática de la contaminación por residuos sólidos, una imagen como diagrama de nexos alusiva a los dispositivos de reciclaje, sin integrar las causas y consecuencias valoradas en las discusiones previas.

Por su parte, en cuanto al indicador modelización, los equipos docentes debían proponer un modelo de solución del caso, que integrara, de forma coherente, alternativas basadas en contextos reales como las que ocurren en sus comunidades o centros educativos. Al igual como ocurrió en la



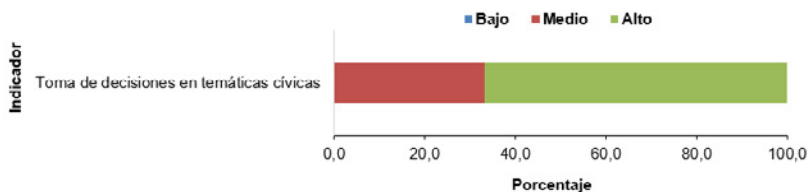
actividad anterior la mayoría de los equipos no pudieron diseñar los modelos solicitados. Al respecto, los modelos propuestos fueron básicos e involucraron mayoritariamente enfoques matemáticos en la solución del problema. Por ejemplo, se planteó un sistema basado en un termómetro para que, a través de los cambios en la temperatura que ocurren de manera natural entre el día y la noche, o bien, entre la estación seca y lluviosa, se pudiera explicar la representación de los números reales en la recta numérica.

Las valoraciones realizadas dejan ver que existe la necesidad de fortalecer, en el personal docente, esta habilidad, especialmente cuando se refiere a la modelización, aspecto fundamental de las ciencias que permite, entre otras cosas, construir, elaborar representaciones simplificadas y parciales de objetos y fenómenos para poder describir, predecir y explicar aspectos que nos interesen de esos objetos o fenómenos (Oh y Oh, 2010). Otros autores como Meadows (2009) sostienen que las y los docentes necesitan desarrollar habilidades de pensamiento sistémico, que les permita comprender y enseñar a sus estudiantes la complejidad de los sistemas lógicos, naturales y tecnológicos. Es imperioso que las y los profesores de matemáticas y ciencias desarrollen las capacidades de analizar las interrelaciones y las dinámicas dentro de los sistemas, pues así, mediante la mediación pedagógica, podrán ayudar a los estudiantes a ver más allá de los componentes individuales y comprender cómo funcionan los sistemas (Sweeney y Sterman, 2007).

Con respecto a la incorporación de las habilidades ciudadanas en la solución de los casos, los equipos hicieron énfasis en la responsabilidad individual y colectiva, a la vez que destacaron el papel de las instituciones públicas y privadas en atender problemáticas presentes en los casos, lo que manifiesta un nivel alto en la toma de decisiones cívicas (Figura 4).

Figura 4

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias relacionado con las habilidades ciudadanas



Nota: Elaboración propia.

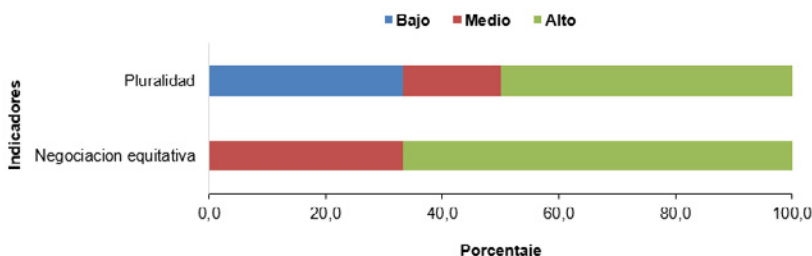
Es importante resaltar que las personas docentes destacaron el papel de las y los estudiantes como ciudadanos y futuros profesionales. Por ejemplo, en la solución del caso relacionado con “el efecto de la pandemia en la actividad turística” las y los participantes propusieron el fortalecimiento de habilidades vinculadas con las matemáticas financieras y el emprendimiento, como alternativas de solución para contrarrestar condiciones socioeconómicas desfavorables que viven algunas comunidades, sobre todo las costeras, en las cuales el desempleo y la pobreza son amenazas al bienestar social. Estas son acciones relacionadas con la toma de decisiones cívicas.

En efecto, la capacidad de conectar la ciencia con problemas sociales, económicos y ambientales es sumamente importante, ya que permite a las y los profesores preparar a sus estudiantes para enfrentar los desafíos de convivir en sociedad (Zeidler y Nichols, 2009). Por otra parte, dentro de las habilidades de colaboración, se refleja un nivel de desempeño más alto en cuanto a la negociación equitativa respecto a la pluralidad (Figura 5).



Figura 5

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias relacionado con la habilidad de colaboración



Nota: Elaboración propia.

Con respecto a la pluralidad, la cual está vinculada con el planteamiento de ideas diversas entre los integrantes del equipo de trabajo. Este indicador mostró, sobre todo, valores altos, relacionados con participantes que asumieron un papel de liderazgo, proponiendo muchas ideas y dirigiendo el proceso de resolución del caso. En contraparte, un nivel de desempeño bajo en pluralidad estuvo relacionado con docentes, quienes optaron por asumir una posición más pasiva, donde generaban pocos aportes a las ideas establecidas por el resto del equipo.

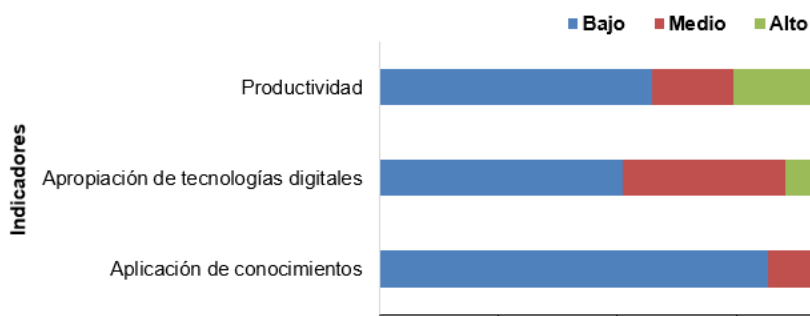
De igual forma, la negociación equitativa fue un elemento que se presentó constantemente en los diferentes momentos de la resolución de los casos. Durante el desarrollo de las distintas actividades, los equipos de trabajo analizaron y discutieron una serie de argumentos y posibilidades de solución, ante lo cual, finalmente formulaban acuerdos para integrar, en su mayoría, las diferentes ideas discutidas. Para ejemplificar la idea anterior, en el caso “el mundo que podría ser”, las personas docentes identificaron como causas de esta problemática el consumismo, la falta de una cultura ambiental, una

legislación que no se aplica y la ausencia de dispositivos para disponer adecuadamente de los residuos. El equipo de trabajo, de manera colaborativa, decidió que todas estas causas eran igualmente importantes y deberían atenderse desde cada actor involucrado y que, según su opinión, incluirían la participación de las municipalidades, las comunidades y los centros educativos.

De forma general, el desempeño de las y los participantes en términos de colaboración fue positivo, demostrando su capacidad para respetar la pluralidad de opiniones y llevar a cabo negociaciones efectivas que les permitieron resolver el caso. En este contexto, Maldonado (2008) señala que la negociación es un elemento distintivo de las interacciones colaborativas, ya que facilita la construcción colectiva de significados a partir de las diversas perspectivas de los participantes, siendo, especialmente relevante, cuando se trata de construir significados de manera conjunta. Por otra parte, las y los profesionales en educación mostraron vacíos importantes en cuanto al uso de herramientas tecnologías digitales, en particular las relacionadas con los indicadores de productividad y aplicación de conocimiento (Figura 6).

Figura 6

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias relacionado con la habilidad de la apropiación de las tecnologías



Nota: Elaboración propia.



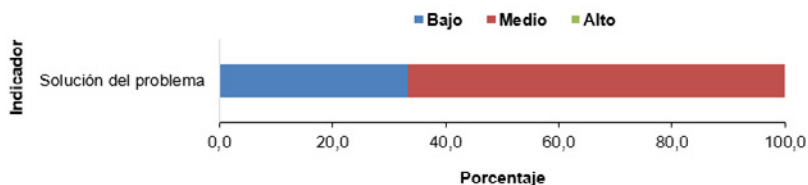
Estos niveles bajos de desempeño se mostraron tanto al desarrollar los casos propuestos, como en la generación de recursos didácticos. Las personas docentes mencionaron que existe una variedad de herramientas tecnológicas para apoyar los procesos educativos; sin embargo, manifestaron que el nivel de dominio que tenían sobre ellas era muy básico o incluso nulo, limitándose a la búsqueda de información en internet, sin establecer criterios para discriminar la información relevante y técnicamente fundamentada.

La situación anterior también se manifestó en la hora de presentar la resolución de los casos, en donde la mayoría de los equipos descargaron imágenes y las colocaron en plantillas de PowerPoint o Word, sin establecer una secuencia lógica de ideas o relaciones de causalidad entre los elementos. Este comportamiento se presentó, además, en los diseños elaborados por las personas docentes para la intervención en el aula.

En esta línea, una investigación de [Centeno-Caamal \(2021\)](#) señala que a pesar de que las profesoras y los profesores muestran niveles satisfactorios de competencia tecnológica, su integración en la práctica sigue siendo mínima. El autor sostiene que muchas de las personas docentes tienen una comprensión limitada o errónea de las herramientas tecnológicas; y, aunque reconocen su potencial para enriquecer el proceso de enseñanza, su utilización en la elaboración de propuestas didácticas es todavía escasa. En cuanto a la habilidad de resolución de problemas la mayoría de las personas docentes se encontraron en un nivel de desempeño medio (Figura 7).

Figura 7

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias relacionado con la habilidad de resolución de problemas



Nota: Elaboración propia.

Esto se puede relacionar con la valoración de la viabilidad y aplicabilidad de las alternativas de solución presentadas, la mayoría de los equipos de trabajo propusieron soluciones que se pueden catalogar como incompletas, dado que presentaban vacíos en cuanto a la valoración de todos los elementos necesarios para la aplicabilidad de la solución en contextos cercanos a la realidad educativa.

Si bien es cierto, las soluciones propuestas por las y los docentes incluyeron acciones que podrían desarrollarse desde diferentes ámbitos, tales como el personal, familiar o comunitario; pero no se establecieron con la suficiente claridad los mecanismos necesarios, así como el recurso humano y financiero para operacionalizar estas acciones.

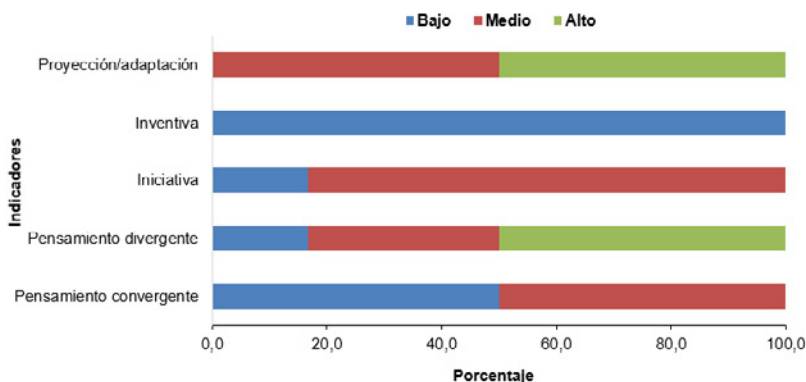
Para ejemplificar lo anterior, en el caso “El efecto de la pandemia en la actividad turística”, algunas alternativas planteadas fueron la diversificación de las actividades comerciales, lo cual se podría valorar como una posible solución; no obstante, no se hizo una relación con aspectos como la inversión económica, la capacitación, la búsqueda de mercado, la legislación, la viabilidad y la rentabilidad del negocio, entre otros, los cuales son relevantes a la hora de incursionar en un nuevo emprendimiento.



Otra de las habilidades que se valoró, de manera transversal a la resolución del caso, es la creatividad (Figura 8). El planteamiento de acciones preestablecidas para brindar solución a los casos fue uno de los elementos que más incidieron en los bajos valores obtenidos para la creatividad.

Figura 8

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias relacionado con la habilidad de la creatividad



Nota: Elaboración propia.

Las personas docentes mostraron iniciativa planteando soluciones al problema, utilizando elementos del pensamiento convergente y divergente, pero, en la mayoría de los casos, las soluciones propuestas carecieron de inventiva. Por ejemplo, en el caso “el mundo que podría ser” se propone el reciclaje como la solución al problema de la contaminación por residuos sólidos, esta alternativa se puede considerar tradicional, ya que se han generado muchas campañas para concienciar a las personas respecto a la importancia de la clasificación y manejo adecuado de los residuos, soluciones ya probadas y adaptadas

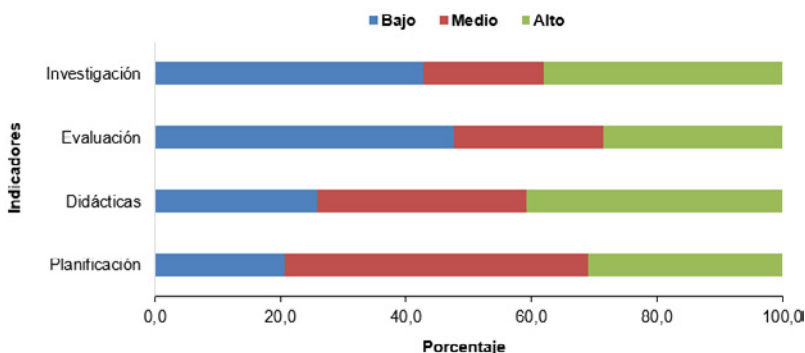
a las comunidades, los centros educativos y los hogares. Lo contradictorio es que algunas de las y los docentes que propusieron esta alternativa, indicaron que en sus centros educativos no existe un programa de reciclaje, siendo esto consecuente con el nivel de inventiva alcanzado por las y los participantes.

Valero (2018) coincide en que la creatividad profesional del docente se manifiesta en su habilidad para proponer nuevos enfoques y crear ambientes innovadores que favorezcan la resolución de problemas y la generación de soluciones. En este sentido, cuando la persona docente recurre a propuestas ya establecidas, no alcanza un nivel elevado de creatividad.

Para valorar las habilidades pedagógicas, los equipos de trabajo debían diseñar un caso utilizando como referencia el que resolvieron en el proceso previo. Este caso debía abordarse bajo un enfoque interdisciplinar y ajustarse a la estructura de los planes de estudio, tanto de Ciencias como de Matemáticas, donde el modelo educativo se centra en la concreción de habilidades. Los niveles alcanzados por las personas docentes se muestran en la Figura 9.

Figura 9

Nivel de desempeño de docentes de matemáticas y ciencias relacionado con las habilidades pedagógicas



Nota: Elaboración propia.



En cuanto al proceso de planeamiento, es importante destacar que la mayoría de los equipos de trabajo optaron por utilizar planeamientos previamente elaborados y adaptarlos para generar la propuesta didáctica. Al utilizar un recurso ya construido, que correspondía a los programas de estudio, era evidente que existiera concordancia entre las etapas de la metodología indagatoria y las habilidades e indicadores, mostrándose con esto, el nivel alcanzado en cuanto a la planificación. Esta situación también se evidenció en las propuestas de casos diseñados por las y los docentes, donde las actividades estuvieron vinculadas con ciertos contenidos similares a la información contenida en los escenarios que se les suministraron previamente. Además, en la mayoría de los casos elaborados por las personas participantes, no se propusieron estrategias de evaluación acordes a las habilidades y los niveles de concreción de sus rasgos.

Por otra parte, al menos en la mitad de las propuestas didácticas, las actividades no incorporaron de manera sustancial y sistemática los elementos propios del proceso de investigación (objetivos, hipótesis, variables o categorías de análisis, diseño experimental, conclusiones entre otros), o se plantearon con poca consistencia científica. Si bien es cierto, en varias propuestas se contemplaron algunos de estos elementos, pero se hizo de forma desarticulada, con la obtención de información muy básica, que no permitiría realizar un análisis suficientemente profundo para establecer conclusiones como resultado del proceso de investigación.

De manera general, en relación con la habilidad pedagógica, se muestra que existe una oportunidad de mejora en las y los docentes en cuanto a la forma en la que articulan la planificación, la didáctica, la evaluación y la investigación dentro de sus propuestas de intervención de aula. Estos resultados concuerdan con lo investigado por [Vázquez \(2015\)](#), quien indica que uno de los principales desafíos que enfrentan las personas docentes es

la planificación y la evaluación. El autor señala que las dificultades para integrar y evaluar las habilidades en los procesos de enseñanza-aprendizaje se reflejan en deficiencias en tres áreas fundamentales: la planificación, la coordinación, y en los procesos didácticos y evaluativos.

Conclusiones

En términos generales, para resolver los casos propuestos, las y los docentes obtuvieron los mejores niveles de desempeño en habilidades cognitivas básicas como la comprensión, la interpretación y la argumentación, en contraste con niveles de desempeño más bajos para las habilidades complejas o superiores como el análisis, la evaluación, la creatividad, el pensamiento crítico y el sistémico. Al respecto, las y los profesores lograron realizar observaciones y comparaciones que les permitieron establecer ciertas relaciones de los factores involucrados en los casos; no obstante, no pudieron elaborar un modelo de escenarios complejos donde se sinteticen o analicen las interacciones causa–efecto, así como proyecciones de escenarios futuros.

En cuanto a la utilización de las herramientas tecnológicas, las personas docentes se enfocaron en realizar búsquedas en internet con la finalidad de definir algunos conceptos ajenos a su conocimiento, así como para descargar imágenes que les sirviera para representar las ideas propuestas mediante presentaciones. A pesar de que las y los participantes manifestaron que existen una gran variedad de herramientas digitales que podrían utilizarse para apoyar los procesos educativos, su dominio de estos recursos es muy limitado o nulo y esta situación se reflejó también en la resolución de los casos propuestos por los equipos de trabajo, en donde el uso de la tecnología fue básico.



Realizar un trabajo interdisciplinario para dar solución a situaciones de la vida real requiere un intercambio de saberes específicos entre las y los docentes de Matemáticas y Ciencias. Al respecto, las y los docentes participantes mostraron un buen desempeño de sus habilidades de comunicación y colaboración que les permitió aplicar conocimientos de las diversas disciplinas en el abordaje integral de los retos. No obstante, las diferencias presentes en la estructura de los programas de estudio de Ciencias y Matemáticas en Costa Rica, dificultó, a las personas docentes, establecer estrategias conjuntas para resolver los casos planteados.

Los planeamientos que realizaron las y los docentes participantes muestran coherencia y cumplen con la mayoría de los elementos establecidos para un modelo educativo por habilidades; sin embargo, carecen de inventiva, ya que son resultado de la utilización de plantillas previamente elaboradas por el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, adaptadas a las temáticas de los casos presentados. En esta misma línea, se evidencia una deficiencia en los componentes de investigación, ya que las propuestas de las personas participantes se basan más en búsquedas por internet que en procesos de indagación científica.

Referencias

- Astuti, N., Rusilowati, A. y Subali, B. (2021). STEM-Based Learning Analysis to Improve Students' ProblemSolving Abilities in ScienceSubject: a Literature Review. *Journal of Innovative Science Education* 10(1), 79-86. <https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.38505>
- Benavides, C. y Ruíz, A. (2022). El pensamiento crítico en el ámbito educativo: una revisión sistemática. *Revista Innova Educación*, 4(2), 62-79. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.02.004>
- Becerra, L. M., y Osorio, L. M. (2020). Design Thinking como ferramenta para incentivar práticas criativas em professores de pré-escola. *Revista on Line de Política e Gestão Educacional*, 24(3), 1634-1644. <https://doi.org/10.22633/rpge.v24i3.14364>
- Bustamante, L. Y., Torres-Oliveros, S. y Salcedo-Ospino, J. (2021). Desarrollo de habilidades STEM para docentes de educación infantil. *Praxis*, 18(2), 1-20. <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.3755>
- Castiblanco, O. (2019). El pensamiento crítico en la formación de profesores de ciencias naturales. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(1), 5-6. <https://doi.org/10.14483/23464712.14117>
- Centeno-Caamal, R. (2021). Formación tecnológica y competencias digitales docentes. *Revista Docentes 2.0*, 11(1), 174-182. <https://doi.org/10.37843/rted.v11i1.210>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B. y Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97-140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Demiral, U. (2018). Examination of critical thinking skills of preservice science teachers: a perspective of social constructivist theory. *Journal of Education and Learning*, 7(4), 179-190. <https://doi.org/10.5539/jel.v7n4p179>
- Díaz, J. A. y Díaz, J. R. (2020). La resolución de problemas desde un enfoque epistemológico. *Foro de Educación*, 18(2), 191-209. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7573109>



- Figueroa, I., Pezoa, E., Elías, M. y Díaz Arced, T. (2020). Habilidades de pensamiento científico: una propuesta de abordaje interdisciplinario de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19(41), 257-273. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201941figueroa14>
- González, E. (2015). Estudio de casos como estrategia didáctica en la formación del estudiantado en Bibliotecología. *Revista e-Ciencias de la Información*, 5(2), 1-14. <https://doi.org/10.15517/eci.v5i2.19736>
- León-León, G. y Zúñiga-Meléndez, A. (2019). Mediación pedagógica y conocimientos científicos que utilizan una muestra de docentes de ciencias en noveno año de dos circuitos del sistema educativo costarricense, para el desarrollo de competencias científicas. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 1-24. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.5>
- Maldonado, P. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Revista de Educación Laurus*, 14(28), 158-180. <http://historico.upel.edu.ve:81/revistas/index.php/laurus/article/view/7324/4152>
- Meadows, D. H. (2009). *Thinking in systems*. Earthscan. <https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/climate-communications/psychology-amp-behavior/Meadows-2008.-Thinking-in-Systems.pdf>
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43-59. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02505024>
- Ministerio de Educación Pública (MEP). (2016). *Educar para una nueva ciudadanía*. https://idp.mep.go.cr/sites/all/files/idp_mep_go_cr/publicaciones/7-2016_educar_para_una_nueva_ciudadaniafinal.pdf
- Montero, W., Pineda, B., León, G. y Durán, A. (2022). Las habilidades sociocientíficas y el trabajo de laboratorio en la especialidad de agroindustria en un colegio técnico de Costa Rica. *Innovaciones Educativas*, 24(37), 53-66. <https://doi.org/10.22458/ie.v24i37.3898>
- Montilla-García, H. (2022). Systemic Thinking in the Problem-Solving Model in Third Grade High School Students. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, 2(1), e162. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.162>

- Morales, L., Quiñonez, S. H. y Alpuche, Á. (2023). Competencia digital docente en personas profesoras del nivel secundaria de Mérida, Yucatán. *Innovaciones Educativas*, 25(Especial), 13-31. <https://doi.org/10.22458/ie.v25iEspecial.4891>
- Obando-Leiva, W. (2018). Mediación pedagógica y creatividad: nuevas ecologías cognitivas para la transformación educativa. *Revista Electrónica Calidad en la Educación Superior*, 9(1), 254-297. <https://doi.org/10.22458/caes.v9i1.1935>
- Oh, P. S. y Oh, S. J. (2010). Lo que los profesores de ciencias deben saber sobre los modelos: una descripción general. *Revista Internacional de Educación Científica*, 33(8), 1109-1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>
- Pacheco, V. M. (2003). La inteligencia y el pensamiento creativo: aportes históricos en la educación. *Revista Educación*, 27(1), 17-26. <https://doi.org/10.15517/revedu.v27i1.3803>
- Quintanilla, M., Izquierdo, M. y Adúriz, A. (2014). Directrices epistemológicas para promover competencias de pensamiento científico en las aulas de ciencias. En M. Quintanilla (Comp.), *Las competencias de pensamiento científico desde las 'emociones, sonidos y voces' del aula* (pp. 16-30). Bellaterra. <http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Libro-CPC-2-Volumen-8.pdf>
- Sandí, J. C. y Sanz, C. (2018). Revisión y análisis sobre competencias tecnológicas esperadas en el profesorado en Iberoamérica. *Redutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 66, 93-121. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.66.1225>
- Sweeney, L. B. y Sterman, J. D. (2007). Thinking about systems: student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23(2), 285-311. <https://doi.org/10.1002/sdr.366>
- Sosa, A., Castro, C. y Sosa, L. (2018). Las habilidades pedagógicas del docente en la formación integral de los estudiantes. *Revista Varela*, 18(49), 82-91. <https://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/82>
- Valdés, Y. C. (2020). La competencia comunicativa, clave para el desarrollo de docentes. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 13(9), 124-135. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590293>
- Valero, J. A. (2018). La creatividad en el contexto educativo: adiestrando capacidades. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 13, 150-171. <https://doi.org/10.51302/tce.2019.289>



- Vázquez, E. (2015). Dificultades del profesorado para planificar, coordinar y evaluar competencias claves. Un análisis desde la Inspección de Educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(3), 1061-1083. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n3.47400
- Vivanco, G. y Sarango, J. (2019). Las habilidades pedagógicas profesionales en los estudiantes de la educación superior. *Revista Conrado*, 15(67), 341-348. <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v15n67/1990-8644-rc-15-67-342.pdf>
- Zambrano, E. L. (2018). Prácticas pedagógicas para el desarrollo de competencias ciudadanas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 69-82. <https://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v20n1/1607-4041-redie-20-01-69.pdf>
- Zeidler, D. L. y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03173684>

