

<https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.2002>

Artículos científicos

Los animales de nuestra región: secuencia interdisciplinaria con docentes de preescolar en el marco de la Nueva Escuela Mexicana

The animals of our region: Interdisciplinary sequence with preschool teachers according to the New Mexican School

Os animais da nossa região: sequência interdisciplinar com professores de pré-escola no âmbito da Escola Nova Mexicana

Angelina Alvarado Monroy

Universidad Juárez del Estado de Durango, México

aalvarado@ujed.mx

<https://orcid.org/0000-0001-6063-1822>

Flor Monserrat Rodríguez Vásquez

Universidad Autónoma de Guerrero, México

flor.rodriguez@uagro.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9596-4253>

María Guadalupe Ríos Laguna

Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, México

mgrios@cinvestav.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6104-6593>

Carmen Delia Mares Orozco

Centro de Investigación en Matemáticas, México

mares@ciamat.mx

<https://orcid.org/0009-0004-0708-024X>

Fabiola Lizbeth Pichardo Avila

Universidad Autónoma de Guerrero, México

23501033@uagro.mx

<https://orcid.org/0009-0003-9198-0891>



Resumen

Con el objetivo de asegurar la calidad educativa, la Nueva Escuela Mexicana (NEM) propone integrar el conocimiento en el aula. Por eso, el objetivo de la presente investigación es explorar y proponer principios para el diseño de secuencias de aprendizaje (SdA) que estén alineadas con la NEM. Para ello, se describe el codiseño de una SdA en colaboración con un grupo de docentes de preescolar para investigar cómo anticipar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, e integrarlas con el conocimiento comunitario, el arte, el diseño de ingeniería y las ciencias. Específicamente, se empleó una metodología cualitativa, siguiendo un diseño multiseriado de tres fases: 1) diseño de la secuencia, 2) experimentación de la secuencia con docentes y 3) análisis de datos. En el estudio participaron 24 docentes y los datos se recolectaron a través de videos, notas de observadores (participantes y no participantes), fotografías y producciones escritas del grupo y de sus estudiantes. Los resultados muestran que la secuencia diseñada promueve el aprendizaje en la infancia, así como estrategias docentes factibles para su implementación. Además, se encontró que el diseño multiseriado apoya los lineamientos de la NEM al colaborar con los docentes para integrar conocimientos y asegurar el trabajo por proyectos. En definitiva, se puede asegurar que la SdA sirve como guía para el diseño de nuevas secuencias.

Palabras clave: codiseño de secuencias de aprendizaje, educación interdisciplinaria en preescolar, aprendizaje CITEM (ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas).

Abstract

To guarantee educational quality, the New Mexican School proposes to address integrating knowledge in the classroom. This research aims to develop principles for designing learning sequences that align with the New Mexican School. Therefore, we describe the co-design of a learning sequence with a group of preschool teachers to investigate ways to anticipate the teaching and learning of mathematics linked to community knowledge, art, engineering design and science. The methodology was qualitative, following the multi-serial design in three phases: 1) design of the sequence, 2) experimentation of the sequence with teachers, and 3) data analysis. Twenty-four teachers participated. Data were collected through videos, participant and non-participant observers' notes, photographs and written productions of the group and their students. The results show that the designed sequence promotes children's learning and provides feasible teaching strategies for its implementation. The multi-serial

design was found to support the New Mexican School guidelines by co-designing with teachers to integrate knowledge and ensure project work. In addition, the learning sequence serves as a guide for the design of new sequences.

Keywords: co-design of learning sequences, kinder garden interdisciplinary education, STEM learning.

Resumo

Com o objetivo de garantir a qualidade educacional, a nova escola mexicana (NEM) propõe a integração do conhecimento na sala de aula. Portanto, o objetivo desta pesquisa é explorar e propor princípios para o projeto de sequências de aprendizagem (SdA) que estejam alinhados com o NEM. Para este fim, é descrito o co-design de um SdA em colaboração com um grupo de professores de pré-escola para investigar como antecipar o ensino e a aprendizagem da matemática e integrá-lo com o conhecimento da comunidade, arte, design de engenharia e ciência. Especificamente, utilizou-se uma metodologia qualitativa, seguindo um desenho multisseriado de três fases: 1) desenho da sequência, 2) experimentação da sequência com professores e 3) análise dos dados. Participaram do estudo 24 professores e os dados foram coletados por meio de vídeos, anotações de observadores (participantes e não participantes), fotografias e produções escritas do grupo e de seus alunos. Os resultados mostram que a sequência desenhada promove a aprendizagem na infância, bem como estratégias de ensino viáveis para sua implementação. Além disso, constatou-se que o design multisseriado apoia as diretrizes do NEM ao colaborar com os professores para integrar o conhecimento e garantir o trabalho do projeto. Em suma, pode-se garantir que o SdA serve como um guia para o desenho de novas sequências.

Palavras-chave: co-desenho de sequências de aprendizagem, educação interdisciplinar na pré-escola, aprendizagem CITEM (ciências, engenharia, tecnologia e matemática).

Fecha Recepción: Diciembre 2023

Fecha Aceptación: Junio 2024



Introducción

La reciente reforma educativa en México propone reestructurar el currículo con base en la interacción entre diferentes disciplinas y la resolución de problemas en contextos cercanos al estudiantado (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2022). Esto se debe a que, en el caso particular de la educación básica, los niños que cursan el preescolar enfrentarán problemáticas complejas y desafíos que se corresponden con una realidad cambiante derivada de la reforma. Por tanto, este escenario sugiere la necesidad de diseñar secuencias de aprendizaje que ayuden al profesorado a desarrollar habilidades en los niños para resolver problemas relevantes del mundo real, en concordancia con los postulados de la Nueva Escuela Mexicana (NEM).

Uno de los retos de la reforma es que las matemáticas enseñadas en el salón de clase tengan sentido en la vida diaria y se relacionen con conocimientos de otras asignaturas. Así, para armonizar con el programa educativo de preescolar de la NEM (SEP, 2023), se han considerado como ejes articuladores la integración curricular y la comunidad como núcleo. Además, para promover una mayor unidad entre conocimientos se han incorporado los campos formativos: saberes y pensamiento científico; ética, naturaleza y sociedades; así como lo humano y lo comunitario. Finalmente, se ha planteado contribuir al perfil de egreso de forma que los estudiantes reconozcan y valoren la diversidad, sus potencialidades cognitivas, físicas y emocionales, desarrollen una forma propia de pensar, se perciban como parte de la naturaleza e interpreten fenómenos culturales, naturales y sociales.

Diversas investigaciones se han enfocado en la educación preescolar en el sentido mencionado, y han partido del supuesto de que los alumnos de ese nivel ya tienen formas sofisticadas de pensar sobre el mundo real, basadas en gran medida en sus propias experiencias, las cuales sirven como trampolín para su futuro aprendizaje y desarrollo. En este sentido, Alsina y Salgado (2021) han propuesto la modelación matemática para ayudar a niños de 4 y 5 años a crear sus primeros modelos para analizar, explicar y comprender la realidad utilizando conocimientos matemáticos. Por ello, los referidos autores plantean preguntas como “¿cuál es tu comida favorita?”, y se centran principalmente en las papas para proponer una experiencia que permita explorarlas en profundidad. En concreto, esta estrategia comienza con la observación y apreciación de sus diferencias, para avanzar hacia clasificaciones basadas en el peso y luego hacia la comprensión del funcionamiento de una balanza de agujas.

Por su parte, Tank *et al.* (2013) exploran la capacidad de estudiantes de preescolar en el diseño de ingeniería en escenarios complejos, con múltiples soluciones factibles, debido al número de variables e interrelaciones entre ellas, que deben analizarse y modelarse. En sus experiencias, un cliente o usuario final, real o ficticio, necesita utilizar la solución o el diseño (como un hábitat para un hámster, canastas de papel o una caja organizadora) para un fin. Las autoras proponen la educación temprana en CITEMA (ciencia, ingeniería, tecnología, matemáticas y arte) utilizando el diseño de ingeniería para motivar la interacción entre disciplinas, centrándose en el pensamiento iterativo —es decir, el estudiantado intenta algo, lo prueba, aprende de lo que no sale bien e intenta de nuevo—, así como en el trabajo en equipo y la comunicación de ideas. La propuesta de Tank *et al.* (2013) muestra que la ingeniería es una buena alternativa para enriquecer y ampliar los talentos naturales de los niños pequeños.

Ahora bien, en el presente estudio, al igual que Alsina y Salgado (2021) y Tank *et al.* (2013), se abordan formas de proporcionar entornos de aprendizaje temprano en ingeniería o modelación como vías para integrar diferentes disciplinas con la intención de resolver problemas reales interesantes para el estudiantado. Asimismo, se intenta explorar con los docentes cómo aprovechar las formas naturales de pensar de los niños sobre las situaciones propuestas para potenciarlas.

En congruencia con las intenciones expresadas, el primer compromiso de esta investigación es diseñar una secuencia de aprendizaje para que el profesorado pueda involucrar a los niños en actividades significativas que vayan más allá de los modelos descriptivos que aplican las matemáticas ya aprendidas a los fenómenos del mundo real (Doerr *et al.*, 2017). Un segundo compromiso es anticipar con los docentes cómo se puede ayudar a los niños a desarrollar y utilizar representaciones y el lenguaje correspondiente cuando aprenden contenidos matemáticos (Temple y Doerr, 2012) en escenarios complejos que demandan conocimientos de otras disciplinas.

En resumen, el objetivo propuesto es desarrollar y mostrar principios para el diseño de secuencias de aprendizaje que armonicen con la Nueva Escuela Mexicana, de tal forma que se contribuya con experiencias que impliquen crear progresiones de aprendizaje y ofrezcan contextos integradores de conocimiento de distintas disciplinas. En estos contextos, se requerirá tomar decisiones sobre la elección de variables relevantes y formas de relacionarlas, además de generar un abanico de alternativas de solución centradas en los significados personales que se pueden extraer de los contextos cercanos a las infancias.

Marco de referencia

Este trabajo se enmarca en la educación integrada de ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas (CITeM o STEM, por sus siglas en inglés). Al respecto, Moore *et al.* (2014) definen la educación integrada como un esfuerzo para que los estudiantes participen en el diseño de ingeniería (por ejemplo, en esta propuesta, la construcción de una maqueta que representa el hábitat de un animal) como medio para desarrollar tecnologías que requieren de la aplicación de las matemáticas y la ciencia, lo cual deriva en un aprendizaje significativo y relevante. Según estos autores, el objetivo de la educación integrada de CITeM es proporcionar un enfoque completo para establecer conexiones disciplinarias y lograr este tipo de aprendizaje.

La forma de realizar la integración asumida aquí consiste en fusionar múltiples áreas de contenido de CITeM en una secuencia de aprendizaje donde el diseño de ingeniería sea relevante. Según la National Academy of Engineering (NAE) (2010), el diseño de ingeniería es un “proceso iterativo que comienza con la identificación de un problema y termina con una solución que tiene en cuenta las restricciones identificadas y cumple con las especificaciones para el desempeño deseado” (pp. 6–7).

En concreto, para examinar y describir la cognición en el proceso de diseño de ingeniería, se consideran las fases propuestas por Grubbs *et al.* (2018) y Moore *et al.* (2014) para el ciclo: identificación del problema (definición y comprensión del problema), desarrollo de posibles soluciones (planificación de una solución), selección de las mejores soluciones, construcción de prototipos, prueba y evaluación (determinación de la suficiencia de la solución), comunicación de soluciones y rediseño (si es necesario). Estos autores destacan la importancia del trabajo colaborativo a lo largo del proceso, donde se incluyen discusiones sobre cómo los diseños cumplen con los criterios y las necesidades del cliente, así como la consideración de diferentes puntos de vista dentro del equipo.

En armonía con lo anterior, como marco para la planificación de las tareas de la secuencia de aprendizaje se han adoptado los principios de Moore *et al.* (2014):

- 1) El contexto debe ser motivador y atractivo.
- 2) Las posibilidades de participar incluyen desafíos de ingeniería de diseño con tecnología relevante.
- 3) Las actividades deben brindar oportunidades de aprender del error.
- 4) El objetivo principal es construir contenido matemático y/o científico.
- 5) Las pedagogías convocadas deben estar centradas en el estudiante.

- 6) El trabajo en equipo y la comunicación deben enfatizarse.

Materiales y métodos

La metodología empleada en esta investigación fue cualitativa, de diseño multiseriado (Zawojewski *et al.*, 2008), lo que implica el trabajo conjunto de grupos de investigadores, facilitadores, docentes y estudiantes con el propósito de crear artefactos para un aprendizaje más efectivo e innovaciones educativas. Es decir, el planteamiento de la investigación se fundamentó en las experiencias del docente y del estudiante en el aula, donde el proceso implica expresar, probar y revisar objetos funcionales, procedimientos y teorías. En la investigación de diseño multiseriado emergen modelos o herramientas útiles que pueden ser compartidos y reutilizados en escenarios similares. Para lograr esto, todos los actores deben interactuar, de modo que propongan cambios que puedan surgir durante la aplicación del diseño propuesto.

Además, se puede indicar que el enfoque de esta investigación es formativo, ya que se diseña, desarrolla y refina un artefacto didáctico a través de ciclos iterativos que incluyen la concepción del diseño, la observación, el análisis y el rediseño, acompañados de una retroalimentación sistemática de los usuarios. Aquí se presenta una primera iteración considerando tres fases: 1) codiseño de la secuencia, 2) experimentación de la secuencia de aprendizaje con docentes, y 3) análisis de la fase de experimentación.

La primera fase de la investigación consistió en planificar una secuencia centrada en la sensibilización de los niños sobre el valor de los seres vivos que comparten el espacio con los seres humanos con el fin de promover el respeto y cuidado de su hábitat, así como el entendimiento de su papel en el equilibrio y conservación del medio ambiente. Para lograr esto, se diseñaron las siguientes actividades:

- a. El grupo se involucra en investigar y describir los rasgos de un animal de la región para clasificarlos.
- b. Se propone un plan para su cuidado, y en equipos colaborativos se diseña un plan para construir una maqueta del hábitat adecuado para el animal.
- c. Se selecciona un animal representativo de la región o del grupo mediante una votación argumentada; luego, se registran las preferencias y se muestran los resultados en una gráfica de barras.

La segunda fase consistió en la experimentación de esta secuencia con un grupo de 24 docentes: 22 profesoras en servicio, un profesor de primaria y una educadora jubilada.



Estos docentes participaron en un taller titulado “Animales y flores: saberes comunitarios asociados al aprendizaje matemático”, al que se inscribieron a través de redes sociales. El taller se llevó a cabo de manera presencial en las instalaciones de la Escuela Nacional de Estudios Superiores-UNAM, campus Morelia, en una sesión de tres horas.

El objetivo del encuentro, en esta segunda fase, fue analizar con el profesorado cómo ayudar a los niños y niñas a desarrollar un lenguaje y representaciones adecuadas para expresar sus ideas matemáticas y de otras disciplinas, de manera que pudieran relacionarlas con la situación presentada y su comunidad. Posteriormente, con el fin de familiarizar al grupo con algunos de los conocimientos, habilidades y tareas asociadas a la secuencia de “Los animales de nuestra región” presentada en el taller, se realizaron actividades similares a las que se plantean en el diseño para llevarse a cabo en las aulas. Esta forma de experimentación se conoce como *estrategia de homologación* (Houdement, 2013).

Luego, en la tercera fase se analizaron los datos recolectados, que incluyeron fotografías, videos, narrativas de un investigador observador que no participó en el equipo de diseño de la secuencia, y producciones de los participantes del taller. Estas evidencias se fragmentaron en ocho momentos clave:

1. Indagación acerca de animales regionales.
2. Compartir características propias del animal seleccionado.
3. Condiciones del hábitat para planear el diseño de ingeniería.
4. Construcción del hábitat.
5. Compartir el hábitat.
6. Votar y justificar el voto por el animal.
7. Evaluación colectiva de la secuencia de aprendizaje.
8. Evidencias de aplicaciones en el aula posterior al taller.

Las investigadoras revisaron y seleccionaron por separado las evidencias que mostraban cómo se integraba el conocimiento y cómo se cumplían los principios del diseño, de manera que se armonizaran con la NEM. Por último, con los extractos seleccionados, se llevó a cabo una triangulación de las evidencias entre las investigadoras.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la experimentación de la SdA con la población participante y las aportaciones derivadas para validarla y rediseñar, así como las estrategias anticipadas en colectivo y enriquecidas con los resultados de implementación en el aula con estudiantes. Los resultados se organizaron de acuerdo a los ocho momentos referidos en la tercera fase de la metodología.

Momento 1. Indagación acerca de animales regionales

De las notas del observador se tiene evidencia de que, en primer lugar, cada participante compartió con el colectivo sus hallazgos y la escucha activa propició que los distintos equipos se involucraran en una mayor indagación para la elección consensuada. Surgieron distintos criterios para elegir los animales, por ejemplo: “uno del que no sabemos tanto”. Los registros de investigación incluyeron textos, dibujos, recortes y modelos. Cada equipo organizó su presentación sobre el animal seleccionado enfatizando los atributos que lo hacen especial, como el hecho de volar al revés, vivir en múltiples hábitats, ser poderoso, simétrico o muy perfecto.

Cabe destacar que cada equipo estableció un vínculo con el animal elegido; por ejemplo, “a la tortuga no tenemos que perseguirla, no sabemos cómo protegerla”, o se narró como si fuera un personaje, como en el caso de las mariposas, descritas como viajeras y muy inteligentes. Además, se estableció una conexión explícita con la relevancia personal que tiene cada integrante del equipo; por ejemplo, “las mariposas apoyan la polinización, no atacan a los humanos, son poderosas como nosotras, nos representan como michoacanas”, o implícita (“Los machos pez linterna que son parásitos de las hembras [risas]; la hembra tiene un harem”). También se reconocieron criterios regionales, como ser mexicano o ser un insecto regional.

Momento 2. Compartir características propias del animal seleccionado

Cada equipo analizó las características y tomaron acuerdos sobre la opción que mejor los representaba en conjunto. Posteriormente, presentaron en plenaria las razones por las que el animal representaba a su equipo (tabla 1).

Tabla 1. Caracterización de los animales para argumentar la elección del animal que representa al equipo

Animal seleccionado	Características para argumentar su elección expuestas por la profesora que representa al equipo
Tortuga terrestre	La chiquita que podemos tener en casa, es un reptil, tiene caparazón, vegetariana, no la tenemos que perseguir para alimentarla, viven muchos años (entre 50 y 60), tiene color verde o marrón, no requiere muchos cuidados, inofensiva, tierna y eso es apropiado para las niñas y niños en el salón.
Ajolote	Es una salamandra, está en peligro de extinción, vive hasta 15 años de edad, come larvas, es especial porque se puede regenerar. Nos gusta porque es raro, poderoso y su color rosa. Sería algo novedoso para que las y los niños lo conozcan.
Colibrí	Es un ave pequeña de 10 cm de longitud, muy colorido, vuela muy rápido y no vive en cautiverio, si se mantiene encerrado por 1 minuto muere al poco tiempo. Les gusta por sus colores, con el reflejo del sol cambia de color, tiene mucha belleza y estética, su cerebro es muy grande, es la única ave que puede volar en reversa, lo hace especial el hecho de que es indispensable para el ecosistema y polinización.
Zorro rojo	Es un animal adaptable, su forma es bonita, se encuentra en varios hábitats, son carnívoros, se parecen a los perros, viven en madriguera, no atacan a los humanos. Tienen de 3 a 5 crías. Son astutos, hábiles y llenos de sabiduría. Su cola es muy característica y por eso les gustó mucho (figura 1).
Pez linterna	Es un animal sorprendente y extraordinario. Es un pez que vive en las profundidades del mar. Tienen muchos dientes filosos. La hembra es mucho más grande que el macho, solo las hembras tienen luz, los machos son parásitos de las hembras, no pueden comer y están pegados de las hembras y a través de vasos sanguíneos se alimentan de las hembras. Una hembra puede tener hasta 6 parásitos en el cuerpo. Puede comer animales hasta 2 veces más grandes que ella. Es difícil saber mucho de ellos, ya que viven en la profundidad del mar. A través de bacterias emiten luz, sirve para atraer a las presas. Es poco común, sorprendente y extraordinario. Solo por fenómenos como “el niño” los hemos conocido, ya que así pudieron salir a la superficie.
Leona	Representa la sabiduría, el poder, la dignidad, la belleza, el liderazgo. Las características son parecidas a las de una mujer; somos sabias, bellas, poderosas y líderes, proveedoras en la manada. Ellas eligen si los machos pertenecen o no a la manada.
Mariposa monarca	Son muy bellas, viajeras, son grandes, se alojan en bosques, se alimentan por sí mismas desde que son orugas. Son distintas las hembras y machos, las hembras son más brillantes, los machos son más grandes y oscuros. Tiene este proceso muy hermoso que es la metamorfosis, es simétrica, sus alas son perfectas, son muy inteligentes para hacer el viaje que realizan, y para mantener su especie, la mariposa que sale no es la que llega al bosque, va cambiando. Es un animal regional, un insecto que ayuda a la economía del estado por atraer el turismo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. La profesora se apoya de un zorro rojo elaborado en plastilina para que se aprecie su belleza



Fuente: Elaboración propia

Momento 3. Condiciones del hábitat para planear el diseño de ingeniería

En este momento, los equipos diseñaron un plan para el cuidado de su animal, teniendo en cuenta aspectos como la vivienda, alimentación, ecosistema, entre otros elementos, para construir la maqueta del hábitat adecuado.

La propuesta de la actividad de diseño de hábitats tiene un enfoque sólido en la educación integrada de CITEMA, lo que permitió desarrollar un plan de trabajo que abordó las características del refugio, clima, alimentación y desarrollo social necesarios para el animal seleccionado. Con esta base, se elaboró un diseño en armonía con los requisitos para el cuidado del animal y se construyó un hábitat que satisfizo todas sus necesidades. Durante la actividad, se pidió a los docentes utilizar criterios específicos para su diseño. Después de llegar a un consenso, se establecieron los elementos clave: comida, agua, refugio, clima

adecuado y comunidad. Esto se refleja en la transcripción de la plenaria de los equipos y en la figura 2:

Tallerista (T): Para diseñar un hábitat para su animal, vamos a establecer criterios que puedan ser para todos los animales. Pensemos primero en qué necesitan los animales para vivir.

Docente (D): Comida, espacio.

T: ¿Espacios con qué características?

D: Que le permitan vivir.

D: Propias a sus características.

D: Agua.

D: Refugio.

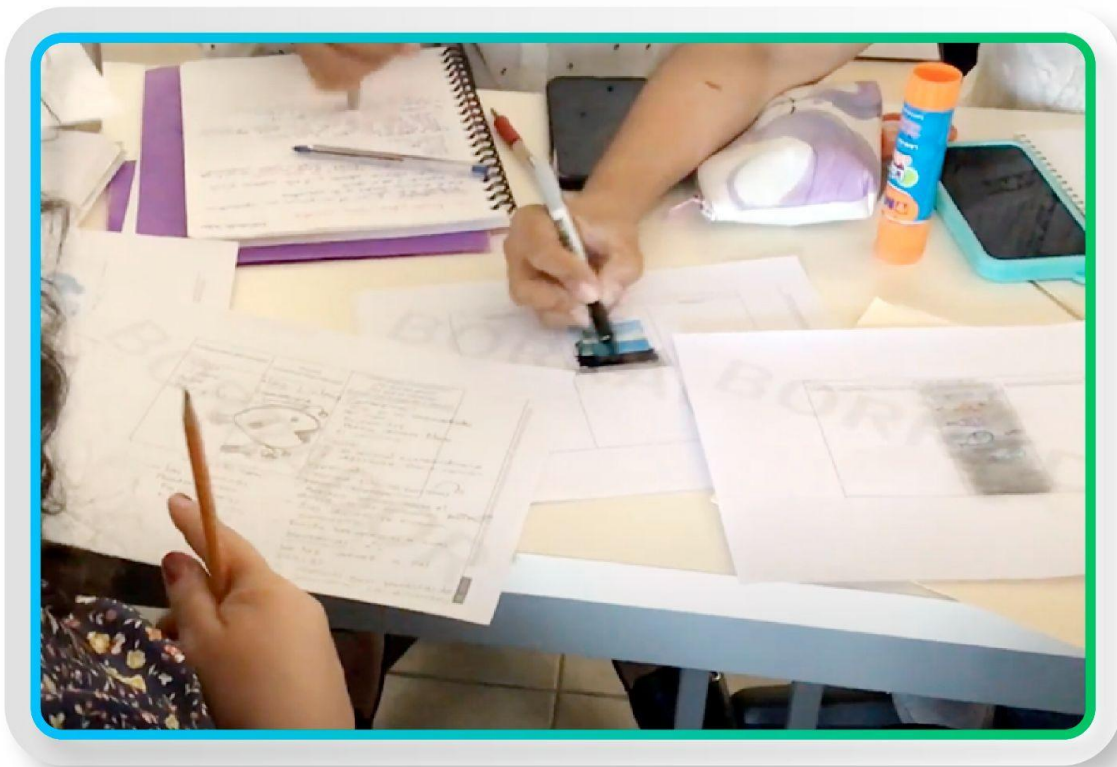
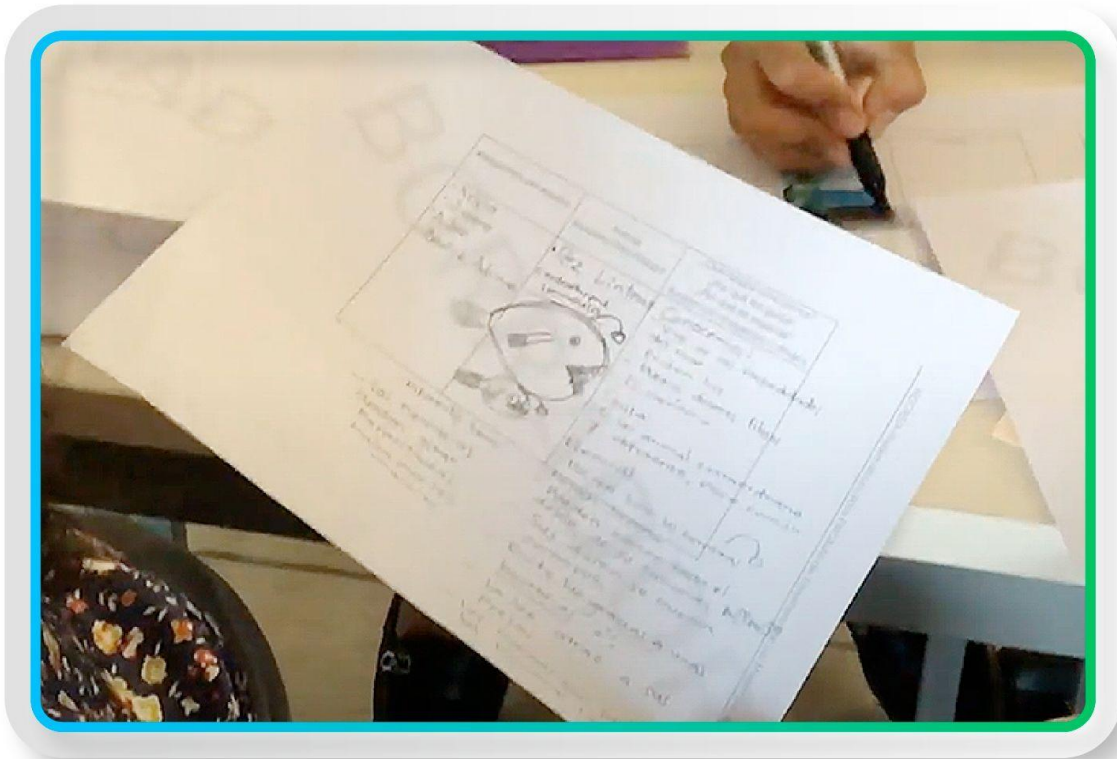
D: Es que decíamos que su espacio tenía que considerarse de acuerdo a sus características propias, y decíamos lo del pez, el pez necesita agua, si no, no sobrevive.

T: ¿Qué más necesita?

D: A sus compañeros, ..., a su comunidad.

D: Su clima, su temperatura, su refugio.

Figura 2. Características del hábitat para el pez linterna



Fuente: Elaboración propia

Momento 4. Construcción del hábitat

Una vez que los equipos tuvieron el diseño para la construcción del hábitat, pusieron a disposición del grupo diferentes materiales, como bloques de plástico y madera, masitas para moldear, figuras de fomi, entre otros. Siguiendo la dinámica comúnmente utilizada en las aulas de preescolar, se distribuyeron los materiales de manera que estuvieran visibles y disponibles para su uso.

Inicialmente, algunos equipos intentaron tomar los materiales más vistosos, como los legos coloridos, acaparando la mayoría y dejando pocos disponibles para los demás. Docentes de otros equipos expresaron su descontento y señalaron que hubiera sido mejor repartir los materiales equitativamente. Sin embargo, esta estrategia de tomar muchos materiales vistosos no funcionó para estos equipos, ya que a medida que construían el hábitat de acuerdo a las características de su animal, se dieron cuenta de que necesitaban otros materiales más sencillos, como los bloques simples de madera, que les permitieran jugar y construir de manera más versátil. Los equipos resolvieron la situación (tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los hábitats contruidos para el animal que representa a cada equipo

Animal	Descripción
Ajolote	Utilizó bloques de madera azules para crear un río, y también construyeron un ajolote con bloques de color rosado de fomi. Como tenían claridad sobre el tipo de animal y su hábitat, pudieron construir de manera rápida y sencilla, convirtiéndose en el primer equipo en terminar su diseño.
Colibrí	Se caracterizó por el uso de materiales de construcción de fomi para crear rápidamente su hábitat. Utilizaron bloques verdes para representar los arbolitos. Sin embargo, tampoco fue el hábitat más llamativo, por lo que fue necesario que el equipo lo explicara para que los demás pudieran entender las partes del hábitat.
Leona	Tuvo la oportunidad de tener más piezas de Lego de colores disponibles para construir su hábitat. Esto les permitió crear un hábitat con diferentes espacios, como ríos y árboles. Sin embargo, no fue el hábitat más comprensible para los demás equipos, por lo que fue necesario que el equipo explicara cada parte.
Mariposa monarca	Aunque este equipo no tuvo suficientes materiales disponibles para elegir, utilizaron de manera creativa los palitos de madera, que eran abundantes, para crear troncos y árboles del bosque para la mariposa monarca. Utilizaron masita para moldear de color verde para crear las hojas de los árboles y las ramas. La complejidad de su diseño hizo que a este equipo le tomara más tiempo terminar su hábitat, pero fue el que más impresionó al resto de colegas.
Pez linterna	Dado que el hábitat del pez linterna tenía características específicas, como la profundidad y la oscuridad del océano, las maestras optaron por crear sus propios materiales con plumones y hojas, recortándolos y pegándolos en algunos bloques de madera y fomi.
Tortuga terrestre	Este equipo tampoco tuvo una variedad de materiales; no obstante, aprovecharon al máximo los bloques de madera disponibles y la masilla moldeable. Utilizaron los bloques para crear un estanque y la masita para representar el agua, y de manera creativa elaboraron una tortuga detallada con la masilla moldeable.
Zorro rojo	El equipo también recurrió al uso de bloques simples de madera que utilizaron para poner dibujos de las características del hábitat. Ellas no dibujaron, sino que utilizaron los recortes que se les habían proporcionado para la parte del diseño, de esa manera simplificaron el trabajo.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, es importante destacar que todos los equipos trabajaron en armonía con el objetivo de diseñar el hábitat. Los tiempos que cada equipo invirtió en su hábitat variaron ampliamente, ya que algunos, como el del ajolote, terminaron en pocos minutos, mientras

que otros, como el de la mariposa y el pez linterna, tardaron más debido a la creación de dibujos detallados, recortes y pegado de componentes.

Además, es necesario mencionar que los hábitats con mayor creatividad y detalle llamaron más la atención y fueron reconocidos por el resto del grupo, especialmente los del pez linterna y la mariposa monarca. Esto demuestra que lo importante en el diseño y construcción no es tener los materiales más vistosos y llamativos, sino saber aprovechar los recursos disponibles para transmitir la idea del hábitat con las características específicas de cada animal.

Durante el armado de las maquetas, se hace explícita la actividad matemática. De las notas del observador se recuperan argumentos de comparación, como “necesitamos un palito más largo para la cascada [que los árboles del bosque]” y “necesitamos más azul para el agua”. También se notan argumentos de simetría al armar el hábitat del ajolote, que implican disponer por pares las piezas en cantidades iguales y figuras correspondientes. De la misma manera, al presentar el hábitat de la mariposa se aprecia el manejo apropiado del espacio: “para los oyameles (o abetos) de gran altura, estamos arriba. Para el pez linterna [en esta parte la] temperatura es elevada [señala] y bajamos hacia lo más profundo, profundo del mar [señala]”.

Por último, se reconocen conexiones con el entorno en las que se establecen comparativos con referentes cercanos, como “a los zorros se les puede dar comida para perros, ¿el ajolote de Xochimilco es primo del achoque michoacano?”.

Momento 5. Compartir el hábitat

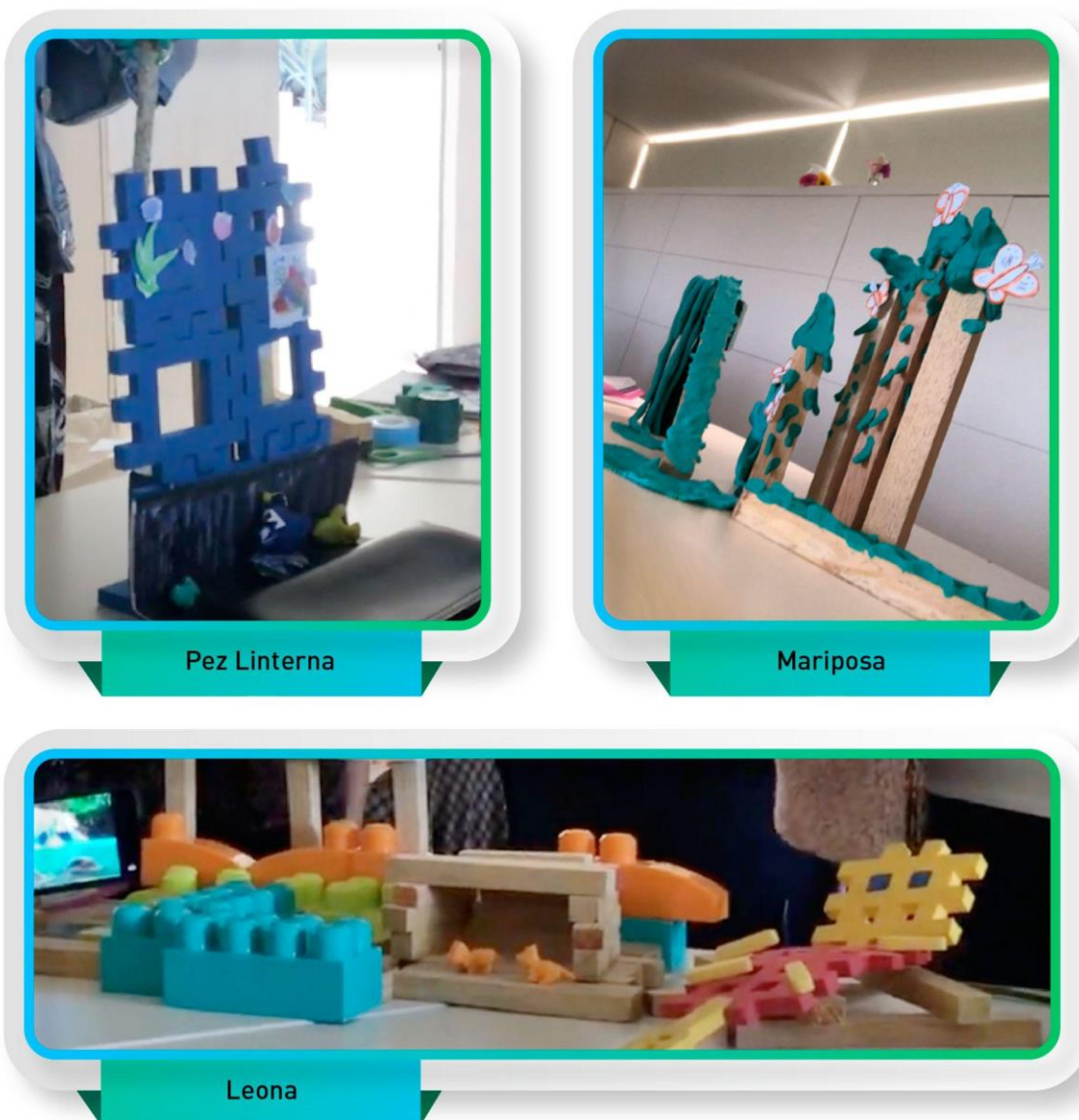
Luego de la selección de los materiales y del trabajo colaborativo, los equipos se dispusieron a mostrar sus hábitats al resto de los equipos (figuras 3a y 3b).

Figura 3a. Hábitats generados por los equipos: ajolote, colibrí, tortuga y zorro



Fuente: Elaboración propia

Figura 3b. Hábitats generados por los equipos: pez linterna, mariposa y leona



Fuente: Elaboración propia

Para la presentación del hábitat cada equipo seleccionó a una persona que expusiera las características del mismo y explicara por qué cumplía con los criterios solicitados en las tablas (alimentación, región donde vive, en qué elemento se mueve, clima ideal); algunos equipos se valieron de información extra para justificar su propuesta de hábitat (tabla 3).

Tabla 3. Información para evaluar el prototipo del hábitat del animal que representa al equipo

Animal	Alimentación	Región y Elemento donde se mueve	Clima ideal
Ajolote	Larvas Peces Charales Plantas	Lagos en Xochimilco, su elemento el agua	Templado
Colibrí	Néctar de las flores Pequeños insectos entre ellos arañas.	Zonas con árboles, plantas y flores América	Cálido Algunas sub-especies pueden vivir en climas diferentes
Información adicional del colibrí: Son polígamos (pueden tener hasta 6 parejas) y tienen un ciclo de reproducción especial.			
Leona	Animal muerto (comida)	Sabana, regiones semidesérticas, zona montañosa	Caluroso Lluvia
Mariposa monarca		Bosque con oyameles de gran altura. Bosques en América del Sur y ríos. Elementos: oxígeno y agua	Clima cálido
Pez linterna		Los encontramos en la parte profunda del océano, es oscuro	Muy frío
Tortuga terrestre		Áreas rocosas, requiere de sombra y requiere de elementos como luz, agua, aire	
Zorro	Frutas Semillas Alimento para perros/gatos	Pueden vivir en cualquier lugar del mundo. En cautiverio viven más tiempo (casi el doble de años que en libertad)	Son muy adaptables por eso pueden vivir en diferentes condiciones de clima.
Información adicional del zorro: Respecto a su adaptabilidad, pueden vivir en cualquier lugar del mundo, son la especie que más habitado tiene el planeta luego de los seres humanos. Cazadores: tienen costumbres y hábitos de cazadores. Reproducción: son monógamos, viven en parejas o grupos pequeños.			

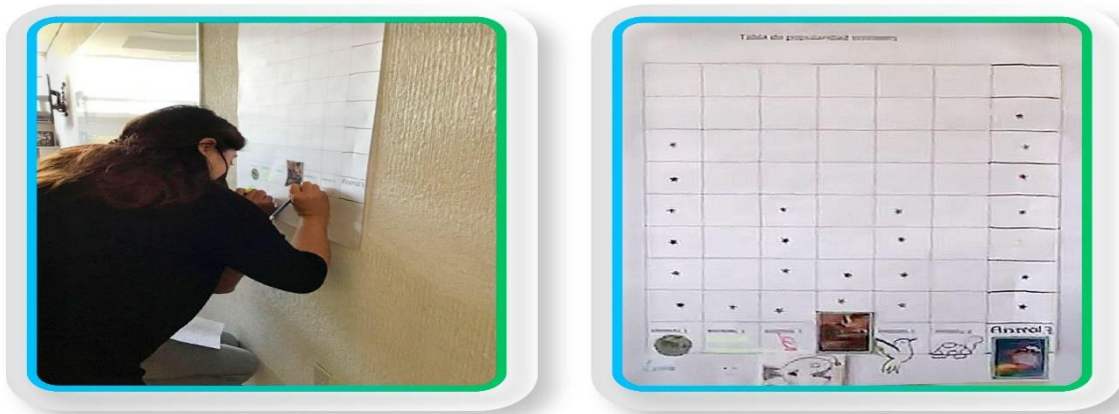
Fuente: Elaboración propia

Momento 6. Votar y justificar el voto por animal

Una vez conocidas las características de todos los animales y sus hábitats, se pedía la elección de un animal para representar ahora a todo el grupo. El registro de las preferencias se presentó en una gráfica; los participantes votaron por el animal que mejor los representaba, y mostraron sus afectos y vínculos con él, independientemente del equipo en el cual participaron. En la gráfica de barras (figura 4), los resultados se organizaron tomando el eje horizontal para ordenar los animales (de izquierda a derecha: leona, ajolote, pez linterna, zorro, colibrí, tortuga y mariposa monarca), mientras que en el eje vertical cada estrella representaba un voto.

Al final, el ajolote y la tortuga no tenían votos, por lo que una participante votó por el ajolote justificando su sentir al empatizar con el equipo que no había recibido votos; pensando en que esto no afectaría en la popularidad de los otros, pero se daría un valor al ajolote: “Vi que no te tenía ningún voto, pensé que era por feo y pensé en valorar las virtudes que tiene, para regenerarse, por ejemplo”.

Figura 4. Gráfica de barras que representa la tendencia en la preferencia del grupo por cada animal



Fuente: Elaboración propia

Momento 7. Evaluación colectiva de la secuencia posterior al taller

Para la validación de la secuencia de aprendizaje se tomaron en cuenta los seis criterios de Moore *et al.* (2014) para el diseño de ambientes de aprendizaje integradores de CITeMA.

1) El contexto debe ser motivador y atractivo

La disposición de diversos materiales estimuló la creatividad en los equipos y les permitió seleccionar los necesarios para construir el hábitat que correspondía con las condiciones del animal representado por su equipo. El espacio facilitó la escucha activa y la toma de decisiones para elegir el animal que mejor representara los intereses del equipo. Además, fomentó la investigación para justificar la elección, con base en los elementos detallados en la tabla 1: la contribución del animal al equilibrio del ecosistema, su pertenencia a la comunidad local y los valores atribuidos a la especie, que en ocasiones se basaban en su género y habilidades o comportamientos específicos, como liderazgo, adaptabilidad, resistencia, integración social, entre otros.

2) Las posibilidades de participar incluyen desafíos de ingeniería de diseño con tecnología relevante

En el momento 3, los equipos utilizaron principios de ingeniería como motivación durante el proceso de diseño de una maqueta para representar el hábitat del animal seleccionado. Lograron identificar el problema por resolver —brindar un espacio adecuado para su animal— y, para ello, tuvieron la necesidad de investigar las características de la especie (tabla 1).

Además, desarrollaron posibles partes del hábitat que compararon para seleccionar las mejores soluciones, aunque esto implicó dejar de lado los materiales que inicialmente les parecieron llamativos. Posteriormente, procedieron a la construcción de su prototipo, lo probaron y evaluaron su capacidad para satisfacer las necesidades del animal (tabla 3). Vale señalar que en los equipos con menos variedad de materiales (mariposa, pez linterna y tortuga) se evidenció una mayor creatividad en la construcción del prototipo (tabla 2). Finalmente, en el momento 4, presentaron las soluciones al resto del grupo y tuvieron la oportunidad de rediseñar o realizar pequeños ajustes sugeridos para obtener el hábitat apropiado.

3) Las actividades deben brindar oportunidades para aprender del error

Durante la elección de los animales de la región se recuperaron rasgos, creencias e información obtenida a través de un proceso de investigación en diversas fuentes, lo cual permitió al grupo revisar los errores para caracterizar de manera más precisa a los animales. Otro momento en el que se reconocieron errores que contribuyeron al aprendizaje fue durante la construcción de los hábitats, ya que participaron en un proceso continuo de comparación para asegurarse de que su maqueta tuviera coherencia. Por ejemplo, cuidaron la proporción

del animal con respecto a los componentes de su hábitat (árboles, arrecifes, colmenas, entre otros elementos).

4) El objetivo principal es construir contenido matemático y/o científico

En la discusión plenaria, con las personas sentadas en círculo para revisar el proceso de construcción de las maquetas que representaban los hábitats, la facilitadora del taller solicitó al grupo que identificara los contenidos o aprendizajes matemáticos logrados. Se recuperaron las siguientes intervenciones de los diferentes docentes en el grupo:

D: El registro de información en una gráfica de barras.

D: El conteo y la comparación de cantidades para decidir cuál animal nos representa más o menos.

D: La clasificación se ve en las características de cada animal: qué comían, dónde vivían...

D: La ubicación espacial para determinar cómo organizar y construir el hábitat.

D: La organización de la información porque tienen que pensar en los criterios que corresponden con el animal y su hábitat.

Por otra parte, en los videos de la experiencia se recuperaron de manera reiterada las siguientes palabras o frases relacionadas con el pensamiento científico:

D: El uso de diferentes representaciones de la situación (imágenes como apoyo para comunicar ideas, diagramas para imaginar el hábitat, maqueta, entre otras).

D: Oportunidades para organizar el pensamiento.

D: Estructurar las oraciones de forma más completa.

D: Tomar decisiones de acuerdo a la información disponible.

5) Las pedagogías convocadas deben estar centradas en el estudiante

Se pusieron en juego pedagogías activas para que las personas conversaran, investigaran y tomaran decisiones sobre la elección de un animal que les representaba. Con ello, desarrollaron un plan para crear su hábitat. No obstante, el observador de la experiencia consideró importante moverse hacia la pedagogía del cuidado; es decir, tomar en cuenta los afectos, cuidar tanto las ideas como a las personas, y reducir la competencia en el grupo.

Observador: Hay afectos en las ideas de democracia, juego (donde se gana y se pierde) que están asociadas con la cuantificación y la comparación de cantidades. [...] Me hace pensar en la distinción entre el dolor personal de perder en un juego y la distancia con la tabla, en dónde usarla hará la diferencia. Quizá hay que reflexionar [...] si presentar [a sus animales] para

defenderlos es ponerlos a competir. ¿Qué pasa si se le dan dos estrellas (o más) a cada persona en la votación?, ¿se podría reducir o desplazar con eso la tensión de competir?

6) El trabajo en equipo y la comunicación deben enfatizarse

Esta experiencia en la discusión final ayudó en dos direcciones a quienes participaron la secuencia:

1. Trabajar en colaboración para investigar y tomar acuerdos sobre el conocimiento del animal que represente mejor a su equipo, así como para planificar, diseñar y construir el hábitat tomando en cuenta todas las aportaciones y vigilando el proceder propio y de las demás personas involucradas.
2. Desarrollar habilidades de comunicación al enfatizar en la presentación de maquetas, dado que con ello se cubre la necesidad de apoyar al estudiantado en el proceso de comunicar mejor sus ideas y organizar su pensamiento.

En las evidencias recuperadas en la reflexión y discusión plenaria encontramos riqueza en las esferas social y afectiva. Las frases relacionadas con habilidades socioemocionales que el grupo consideró que se desarrollan con la SdA fueron las siguientes:

D: Se desarrollan habilidades sociales.

D: Se aprende a expresarse y a formular preguntas.

D: Las habilidades emocionales se presentan en el manejo de la frustración y la gestión de emociones.

D: En la decisión influyen criterios sociales, como por ejemplo considerar el animal propuesto por un amigo. Como en este caso [...] se le vio muy solito al ajolote y se decidió darle un voto.

D: También para dar la mayoría de los votos a la mariposa monarca porque es la que mejor representa a Michoacán y por su independencia y resistencia.

Momento 8. Evidencias de aplicación en el aula

A continuación, se da evidencia de la aplicación de la SdA de tres maestras con sus grupos de segundo grado de preescolar. Aquí se retoma la experiencia de una de ellas.

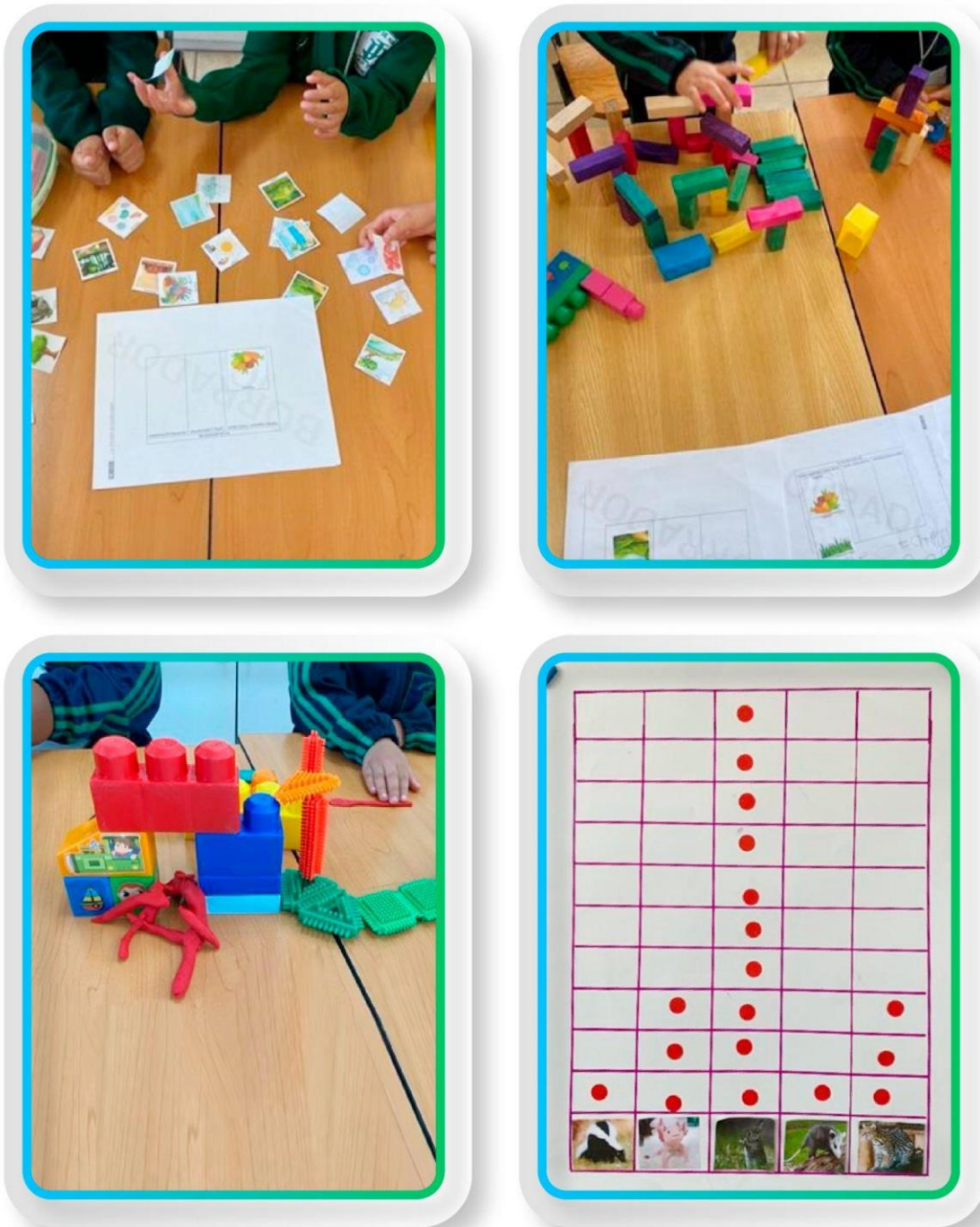
La primera de ellas organizó el trabajo en tres días conectando con el tema de “Animales fantásticos de México” (ajolote, teporingo, mapache, mofeta). Mencionó sobre el ambiente de aprendizaje generado con la SdA:

Fue una situación que sin duda disfrutaron mucho [mis estudiantes] debido al conocimiento previo de actividades como el uso de tablas, gráficas y el antecedente de indagación sobre los animales le dieron un toque especial y fluidez al trabajo.

En cuanto al momento de la ejecución del plan, la maestra comentó:

Fue sin duda la parte favorita del estudiantado; cabe mencionar que todos recurrían a las hojas para ver que se estuvieran considerando los criterios [dónde viven, qué comen, etc.], además de hacer la búsqueda y elección de materiales que les sirvieran para lo que querían lograr.

Figura 5. Evidencias de aplicación con un grupo de segundo grado de preescolar



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, sobre los prototipos generados y sus exposiciones, los resultados de las maquetas fueron diversos y es necesario mencionar que sus explicaciones mantenían mucha relación con la información de las tablas, así como con la que se les había compartido.

Discusión

En este estudio se han recuperado principios para diseñar una secuencia de aprendizaje (Moore *et al.*, 2014). En tal sentido, se puede asegurar que experimentar de manera colaborativa entre docentes proporcionó confianza para implementarla en sus aulas, como se reflejó en la valoración final sobre cómo la secuencia apoya el aprendizaje de los estudiantes y en la propuesta de estrategias de implementación, así como en la anticipación de posibles escenarios en el aula.

La experimentación con docentes tuvo dos ventajas. Por un lado, permitió aprender colectivamente sobre las características de la SdA, sus fortalezas, debilidades y potencial didáctico a partir de los errores surgidos en el taller. Por otro lado, les permitió anticipar posibles errores por parte de los estudiantes y, por lo tanto, identificar oportunidades para intervenir y mejorar el aprendizaje de los contenidos propuestos.

En cuanto a la primera ventaja, un análisis retrospectivo de la experimentación mostró que la SdA es lo suficientemente adaptable para la fase 2 según la NEM (SEP, 18 agosto de 2023; SEP, 2023). Esto se pudo constatar no solo con los comentarios realizados en el taller, sino también más adelante, cuando algunas maestras implementaron la situación en sus aulas. Fue notable la flexibilidad con la que realizaron adaptaciones para sus estudiantes sin perder de vista el propósito de la SdA. Por ejemplo, en las evidencias mostradas en el momento 8, una maestra aprovechó la SdA para vincularla con experiencias previas de su grupo, y eligió al animal que representaba al grupo basándose en otros que habían estudiado anteriormente.

Asimismo, se reconoce como una ventaja que la SdA sea modificable y adaptable, siempre cuidando que los contenidos disciplinares no se diluyan en el proceso de integración con el conocimiento comunitario. Como mencionan Laguna y Block Sevilla (2020), “una situación flexible y abierta puede ser más robusta en la medida en que para los docentes sea más factible actuar como responsables de la reconstrucción, sabiendo qué es lo importante a fin de conservar el sentido” (p. 349). Esto se debe a que cada SdA pasará por una etapa de apropiación por parte de los docentes, donde cada uno hace su propia interpretación de la secuencia (Block Sevilla, 2018; Laguna, 2016).

Sobre la segunda ventaja, durante el taller el grupo anticipó los posibles errores que los estudiantes podrían enfrentar en el aula. Comparar el tamaño de un animal con los elementos de su hábitat ayudó a revisar la proporción y determinar qué elementos son pertinentes en la maqueta. Para que estos errores puedan ser aprovechados didácticamente

por el colectivo docente es fundamental que sean conscientes de que los estudiantes deben enfrentarse a situaciones que les permitan aprender a partir del error (Moore *et al.*, 2014).

Igualmente, los resultados muestran que el grupo de docentes trabajó en colaboración y con autonomía, conforme a los propósitos de la Nueva Escuela Mexicana (SEP, 18 de agosto, de 2023; SEP, 2023), pues identificaron formas de involucrar a las niñas y niños en prácticas científicas para investigar sobre los animales de su entorno y estudiar sus características. Esto les proporciona elementos para tomar decisiones sobre la elección de variables relevantes y las formas de relacionarlas, por ejemplo, al dimensionar espacios y realizar comparaciones entre los elementos de la maqueta que representa el hábitat del animal elegido para determinar el tamaño apropiado de cada uno. Además, se reconoce la autonomía y la colaboración del profesorado al generar diversas alternativas de solución centradas en los significados personales que se pueden extraer de los contextos cercanos a los estudiantes.

Respecto a la estructura de la secuencia, algunas dificultades encontradas en su primera versión ayudaron a reflexionar sobre cómo hacer ajustes. El profesorado, por ejemplo, enfatizó la importancia de llevar a cabo primero el diseño y la construcción del hábitat, y posteriormente la elección del animal que representará al grupo. De esta manera, se podrían registrar sus preferencias en una gráfica de barras para el cierre, lo que permitiría aprovechar la progresión en el contenido matemático.

Finalmente, tanto los hallazgos con docentes como con estudiantes, así como las investigaciones de Alsina y Salcedo (2021) y Tank *et al.* (2013) ofrecen una visión de cómo las niñas y los niños pueden aprender simultáneamente contenidos de diferentes disciplinas y transformar su aprendizaje en un recurso para comprender su entorno a través de un tema complejo y significativo.

Conclusiones

En este artículo se informó sobre el diseño y la experimentación de la situación de aprendizaje “Los animales de nuestra región”, lo cual representa un producto que puede ser utilizado por docentes de preescolar y primero de primaria en armonía con los planteamientos de la Nueva Escuela Mexicana. Al respecto, es posible consultar el documento de actividades, dosificación y orientaciones didácticas en el siguiente enlace <https://bit.ly/3V2Z5C0>.

En cuanto al acceso y la complejidad de implementar la secuencia de actividades con los niños, se concluye de este estudio que es posible llevarla a cabo en los tres grados de



preescolar. Para primero de primaria es recomendable enfatizar en la presentación de maquetas, dado que los estudiantes están en el proceso de comunicar mejor sus ideas y organizar su pensamiento.

Asimismo, el colectivo docente, en colaboración con las facilitadoras del taller, reconocieron la alineación curricular de la situación de aprendizaje (SdA) con la NEM, lo cual contribuye con una experiencia que ejemplifica la progresión de aprendizajes en un contexto integrador de conocimientos en ciencia, ingeniería y matemáticas. Así, la SdA es apropiada para que docentes de fases 1, 2 y 3 puedan implementarla en sus aulas, tomando en cuenta lo informado en este artículo. Esto, además, puede aprovecharse como guía para diseñar nuevas propuestas que armonicen con la NEM.

Por último, con la metodología empleada fue posible construir oportunidades de desarrollo docente para que utilicen estas actividades y, simultáneamente, ayudar a aumentar su propio conocimiento del contenido, desarrollar una comprensión más profunda de cómo los estudiantes aprenden conceptos matemáticos de manera integrada con otras disciplinas, y utilizar ese conocimiento para tomar decisiones educativas adaptadas a las condiciones de sus aulas.

Futuras líneas de investigación

En esta investigación se revelaron algunas vertientes en las que se podría profundizar en el futuro. La primera sería realizar un seguimiento con más docentes para observar cómo se implementan en las aulas las estrategias de homologación propuestas durante el codiseño con el fin de garantizar su replicabilidad y fomentar la confianza en otros para implementarlas en sus propios contextos.

Una segunda vertiente sugiere realizar estudios experimentales para poner a prueba la secuencia y evaluar el aprendizaje matemático que surge en los estudiantes, por ejemplo, en la proporcionalidad al dimensionar espacios, y explorar posibles formas de ampliar este aprendizaje. Esto contribuiría a la discusión sobre las críticas a las metodologías sugeridas en la NEM para la integración del conocimiento en las cuales existe el riesgo de diluir las matemáticas. Por lo anterior, también valdría la pena explorar secuencias con otros contenidos considerados de difícil integración, a fin de valorar los alcances y limitaciones de estas metodologías.

Una tercera vertiente propone realizar estudios de caso con grupos de estudiantes para investigar el desarrollo socioemocional observable en la secuencia, junto con el desarrollo

del conocimiento disciplinar. Además, indagaciones de caso con profesores podrían explorar el impacto de este enfoque para transferir los principios de diseño y proponer nuevas secuencias de aprendizaje que se alineen con la NEM.

Finalmente, se sugiere adoptar el diseño multiseriado para promover investigaciones rigurosas que produzcan secuencias didácticas para un aprendizaje eficaz, las cuales puedan compartirse y reutilizarse en diversos escenarios educativos.

Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por la Red de Enseñanza Creativa de las Matemáticas, RECREA-Matemáticas. Asimismo, se extiende el agradecimiento a la Escuela Nacional de Estudios Superiores ENES-Morelia, UNAM por el apoyo para la realización de talleres con docentes. A la Universidad Juárez del Estado de Durango, a la Universidad Autónoma de Guerrero y al Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) por el financiamiento del proyecto.

Referencias

- Alsina, A. y Salgado, M. (2021). Introduciendo la modelización matemática temprana en educación infantil: un marco para resolver problemas reales. *Modelling in Science Education and Learning*, 14(1), 33-56. <https://doi.org/10.4995/msel.2021.14024>
- Block Sevilla, D. (2018). La enseñanza de las matemáticas en la reforma curricular de 1993 en México. Algunas reflexiones 25 años después. En A. Ávila (coord.), *Rutas de la Educación Matemática* (pp. 293-311). Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática. <http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/REM30/Rutas11.pdf>
- Doerr, H. M., Ärlebäck, J. B. y Misfeldt, M. (2017). Representations of modelling in mathematics education. En G. A. Stillman, W. Blum y G. Kaiser (eds.), *Mathematical modelling and applications. Crossing and researching boundaries in mathematics education* (pp. 71-81). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62968-1_6
- Grubbs, M. E., Strimel, G. J. y Kim, E. (2018). Examining design cognition coding schemes for P-12 engineering/technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(4), 899-920. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9427-y>

- Houdement, C. (2013). *Au milieu de gué: entre formation des enseignants et recherche en didactique des mathématiques. History and Overview [math.HO]*. Université Paris-Diderot. 6–26. <https://theses.hal.science/tel-00957166/document>
- Laguna, M. (2016). *La enseñanza del tratamiento de la información en preescolar. Un estudio sobre procesos de interpretación y reconstrucción de situaciones didácticas* (trabajo de grado). Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. https://www.die.cinvestav.mx/Programasdeposgrado/Maestr%C3%ADa/Mae_Alumnos-titulados
- Laguna, M. y Block Sevilla, D. (2020). Reconstrucción de situaciones didácticas de matemáticas en el aula. Un estudio en preescolar. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 23(3), 331-356. <https://doi.org/10.12802/relime.20.2333>
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W. y Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in Pre-college Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). Purdue University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq7bh.7>
- National Academy of Engineering (NAE) (2010). *Standards for K-12 engineering education?* National Academies Press.
- Secretaría de Educación Pública (SEP) (18 de agosto de 2023). *Programas de estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria: programas sintéticos de la fase 2*. <https://bit.ly/4cClvzO>
- Secretaría de Educación Pública (SEP) (2022). *Avance del contenido del Programa sintético de la Fase 2*. [Material en proceso de construcción]. <https://bit.ly/3XDhZ3J>
- Secretaría de Educación Pública (SEP) (2023). *Plan de estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria*. <https://bit.ly/3XAAxBI>
- Tank, K. M., Pettis, C., Moore, T. J. y Fehr, A. (2013). Designing animal habitats with kindergartners: Hamsters, picture books, and engineering design. *Science and Children*, 50(9), 39-43. https://doi.org/10.2505/4/sc13_050_09_59
- Temple, C. y Doerr, H. M. (2012). Developing fluency in the mathematical register through conversation in a tenth-grade classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 81(3), 287-306. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9398-6>

Zawojewski, J., Chamberlin, M., Hjalmarson, M. y Lewis, M. (2008). Developing Design Studies in Mathematics Education Professional Development. In A. Kelly, R. Lesh y J. Baek (eds.), *Handbook of Design Research Methods in Education* (pp. 219-245). Routledge, Taylor and Francis Group.

Rol de Contribución	Autores
Conceptualización	Angelina Alvarado Monroy (Principal) Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Igual) María Guadalupe Ríos Laguna (Igual) Carmen Delia Mares Orozco (Apoyo) Fabiola Lizbeth Pichardo Avila (Apoyo)
Metodología	Angelina Alvarado Monroy (Principal)
Software	No aplica
Validación	Angelina Alvarado Monroy (Principal) Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Igual) María Guadalupe Ríos Laguna (Igual) Carmen Delia Mares Orozco (Apoyo) Fabiola Lizbeth Pichardo Avila (Apoyo)
Análisis formal	Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Principal) Angelina Alvarado Monroy (Igual) María Guadalupe Ríos Laguna (Igual) Carmen Delia Mares Orozco (Apoyo) Fabiola Lizbeth Pichardo Avila (Apoyo)
Investigación	María Guadalupe Ríos Laguna (Principal) Angelina Alvarado Monroy (Apoyo)
Recursos	No aplica
Curación de datos	No aplica
Escritura - Preparación del borrador original	Angelina Alvarado Monroy (Principal) Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Igual)
Escritura - Revisión y edición	Angelina Alvarado Monroy (Principal) Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Igual) María Guadalupe Ríos Laguna (Apoyo)
Visualización	Angelina Alvarado Monroy (Principal) Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Igual) María Guadalupe Ríos Laguna (Apoyo)
Supervisión	Angelina Alvarado Monroy (Principal) Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Igual)
Administración de Proyectos	Angelina Alvarado Monroy (Igual) Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Igual)
Adquisición de Fondos	Angelina Alvarado Monroy (Principal)

	Flor Monserrat Rodríguez Vásquez (Igual)
--	--

