

Diseño e investigación educativa en escuelas rurales en México

Humberto Ángel Albornoz Delgado, Beatriz Eugenia García Rivera, Leticia Gallegos Cázares, Reyna Elena Calderón Canales y Néstor Hernández Valentín (*)

Actas de Diseño (2021, julio),
Vol. 36, pp. 355-358. ISSN 1850-2032.
Fecha de recepción: julio 2020
Fecha de aceptación: diciembre 2020
Versión final: diciembre 2021

Resumen: Mediante el diseño (industrial y gráfico) de material didáctico se concretó una propuesta educativa para la enseñanza de las ciencias en educación básica en una comunidad indígena bilingüe (español – náhuatl). El material desarrollado para abordar diferentes temas (colores, sombras, astronomía y seres vivos) consideró el enfoque de las múltiples representaciones, su diseño implicó tanto el desarrollo de materiales escolares desde el marco de la ciencia escolar, como otros correspondientes al conocimiento cultural (étnico) de la comunidad.

Los materiales se conceptualizan de bajo costo para optimizar los recursos del presupuesto otorgado para el proyecto, pensados en baja producción, aunque escalable, con procesos de manufactura sencillos y materiales resistentes a las condiciones climáticas del contexto rural.

Palabras clave: Material didáctico - ciencias - educación - enseñanza - identidad, cultura.

Resúmenes en inglés y portugués y currículum en p. 358]

Objetivo

Desarrollar, diseñar y probar diversas herramientas cognitivas que permitieran la implementación de una propuesta para la enseñanza de las ciencias en escuelas de educación básica (niveles preescolar y primaria) multigrado bilingües (español-náhuatl) en comunidades indígenas desde el punto de vista de las múltiples representaciones y donde se destaque la importancia de preservar el conocimiento cultural.

La propuesta didáctica contempló la investigación sobre el conocimiento escolar y cultural, el diseño de una estrategia didáctica para ser implementada, estrategias para la formación de profesores y el desarrollo, diseño y producción de herramientas cognitivas (equipo, material impreso y multimedia interactivo) para abordar contenidos curriculares del programa de ciencias naturales, realizando un seguimiento y evaluación del trabajo de docentes y estudiantes en el aula de ciencias.

El objetivo de la investigación educativa fue, a partir de la aplicación de actividades experimentales llevadas a cabo en la escuela, analizar la construcción de las nociones científicas en los niños, así como aquellas que corresponden con las de la cultura de la comunidad, para determinar los campos de aplicación de cada una de ellas. Asimismo estas construcciones se analizaron también en los profesores participantes en el proyecto.

Contexto del proyecto

El proyecto se desarrolla en comunidades indígenas del municipio de Cuautempan en la Sierra Norte del estado de Puebla en México, donde los estudiantes y profesores

son bilingües (náhuatl-español), pues el 72.43% de la población de la región es indígena. Es una zona con un alto nivel de marginación.

La lengua oficial en la escuela es el español y los contenidos curriculares oficiales corresponden al programa escolar que se aplica en todo el país.

En la zona existen dos tipos de escuela, la estatal general y la indígena, en ambos casos la infraestructura y equipamiento es muy precario, en la mayoría de las aulas los únicos materiales con los que se cuenta con gis y pizarrón. Por lo general la escuela indígena ubicada en las comunidades es multigrado, pudiendo existir diferentes organizaciones según la población de la misma, un maestro para cada grado, la separación por ciclos, un solo maestro por ciclo (preescolar, ciclo 1, 1° y 2° de primaria, ciclo 2, 3° y 4° de primaria y ciclo 3, 5° y 6° de primaria) o hasta casos extremos donde un solo maestro atiende a todos los ciclos.

Los habitantes de la zona tienen la percepción de que la escuela indígena imparte educación de menor calidad y además existe gran movilidad de los estudiantes y maestros.

La zona de estudio se localiza en la parte noroeste del estado de Puebla, el municipio de Cuautempan presenta un relieve bastante irregular y accidentado, tiene el aspecto de un complejo montañoso desordenado, su clima en general es templado húmedo con abundantes lluvias en verano, temperatura media anual entre 12° y 18°C; temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C.

Estos factores climáticos fueron determinantes para el diseño de las herramientas cognitivas, la selección de materiales por ejemplo, tomó en cuenta los altos niveles de humedad que existen en las aulas.

Temas abordados

Se parte de un posicionamiento teórico con enfoque multicultural, que reconoce la coexistencia de representaciones de la cultura cotidiana, la cultura étnica y la cultura escolar en la estructura cognitiva de cada sujeto, lo que implica que todas ellas convergen y dan como resultado los conocimientos de cada individuo en temas específicos.

Para el desarrollo del proyecto se contemplaron temas que son parte del currículo escolar: colores, sombras, astronomía y seres vivos; para cada uno de ellos se diseñaron actividades y herramientas cognitivas específicas que pudieran abordar y trabajar los distintos aspectos conceptuales propuestos en las secuencias didácticas planteadas. Además, se consideró que algunos de estos materiales sirvieran tanto para el trabajo desde el contexto escolar, como el contexto cotidiano y el escolar.

Herramientas cognitivas

Para cada uno de los temas (colores, sombras, astronomía y seres vivos) se desarrollaron una serie de herramientas cognitivas (equipo, material impreso y multimedia interactivo), dichos elementos se diseñaron acorde al contexto rural, optimizando procesos producción y dados los recursos limitados del patrocinio, para baja producción pero con posibilidad de escalar.

El material se diseñó para ser formalmente atractivo, interesante y agradable. Se utilizaron colores llamativos, formas geométricas simples como círculos, cuadrados y rectángulos; gráficos de figuras de fácil reconocimiento por parte de los niños, uso de texturas y llamativas cualidades ópticas.

La homogeneización de los componentes de los equipos en cuanto a forma, dimensión y material logran una unidad estética de los objetos lo que los hace una familia de productos. Las dimensiones del material fueron el resultado de considerar la antropometría de niños mexicanos de 3 y 12 años de edad pensando en que los niños lo puedan manipular de forma cómoda y manejable, que de una sensación de confianza al manipularlo, y que sus propiedades físicas reflejen fortaleza y resistencia, denotando buena calidad (Ávila, Prado y González, 2007). Para seguridad de los niños, los materiales de construcción fueron elegidos a fin de evitar que se estropeen fácilmente o que puedan astillarse o romperse, se cuidaron los acabados haciéndolos seguros para los usuarios, se evitaron áreas punzo cortantes e incluso elementos demasiado masivos capaces de ser usados como proyectiles. Se vigiló que todas las tintas utilizadas no fueran tóxicas y que fueran resistentes a la abrasión.

Otro factor importante fue la humedad del ambiente de la zona, por lo que todos los materiales utilizados tomaron en cuenta este factor para evitar posibles daños o deformaciones.

Colores

En el caso del tema de colores, para trabajar la “resta de colores” se utilizan laminados plásticos transparentes

con vinil traslúcido auto adherible con gráficos en colores primarios y 3 laminados plásticos transparentes con vinil traslúcido con área de color homogéneo en colores primarios. La sobre posición de los laminados en colores primarios, esto permite a los niños explorar las combinaciones posibles, y les permite identificar los colores primarios y secundarios, así como, generar una representación sobre la mezcla de colores y el proceso de resta de color.

Por otro lado, para abordar la “suma de colores” se diseñaron espejos (no de vidrio) con soportes direccionables y filtros plásticos de color (rojo, verde, azul y amarillo) con un soporte. El objetivo es posicionar los espejos de forma que reflejen la luz del sol o alguna otra fuente y cada uno de los cuatro filtros se interponga al reflejo de luz blanca, para hacer coincidir la luz en un punto de dos o más ellos, esto permite a los niños explorar las posibles combinaciones para que puedan identificar los que sucede al combinar la luz de cada color. Para la investigación, esto da elementos para analizar la forma en que los niños construyen una representación sobre la mezcla de colores y el proceso de suma de color.

El material se acompaña de un libro para el docente y cuadernillos de hojas de registro de las actividades para el alumno.

Sombras

Para el tema de sombras se diseñaron piezas plásticas de forma y tamaño idénticos pero de diferentes cualidades ópticas (transparente, transparente de color, traslúcido, opaco y espejo), y una serie de figuras (transparentes, transparentes de color y opacas) impresas sobre las piezas plásticas. Al colocar cada una de las piezas frente a una fuente de luz, lo que permite a los alumnos reconocer que la luz es indispensable para ver los objetos, que los objetos reflejan luz y que ésta debe ser percibida por los ojos, que existen distintos tipos de materiales que obstruyen total, parcial o no obstaculizan el paso de luz y que la formación de sombras es una obstrucción total o parcial de la luz.

El material se acompaña de un libro para el docente y cuadernillos de hojas de registro de las actividades para el alumno.

Así mismo, con el propósito de mostrar en forma clara y descriptiva el desarrollo de las actividades de las Guía-Cuaderno del docente y de los cuadernos del alumno, se generó una colección de videos interactivos que permitiera conjuntar ambos apartados.

El diseño de la propuesta implicó generar una interfaz gráfica alusiva a los materiales, con botones de navegación organizados de tal forma que el usuario pueda seleccionar el ciclo que desee consultar.

Astronomía

Para las actividades de Astronomía se diseñó un simulador que ejemplifica el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra mientras es iluminada por el Sol. El dispositivo, que se fija a una mesa de trabajo, permite simular el movimiento del Sol alrededor de la Tierra para analizar la formación de sombras sobre la superficie de la misma.

El dispositivo cuenta con dos modalidades:

- a) Una superficie plana fija que simula la superficie de la Tierra sobre la cual se coloca una figura humana a escala y cuenta con una lámpara que gira de tal manera que su movimiento permite observar los cambios en la forma de la sombra proyectada por la figura humana (Kikas, 1998; Vosniadou, y Brewer, 1992).
- b) Una superficie plana sobre la cual se coloca una figura humana a escala, la superficie permite ser girada para simular el movimiento de la Tierra, y la lámpara ahora permanece fija para ejemplificar que el Sol está estático mientras la Tierra gira.

La superficie plana puede ser sustituida por una esfera que simula a la Tierra y sobre la cual se colocan las figuras humanas a escala.

El equipo se diseñó para apoyar la enseñanza de fenómenos astronómicos tales como el movimiento de traslación y rotación de la Tierra y la relación con las estaciones del año, el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y mostrar cómo se forman las fases de la Luna, así como la formación de eclipses totales y parciales de Sol y de Luna (Stahly, Krockover, y Shepardson, 2000).

El equipo funciona en conjunto con software interactivo multimedia que corre en tabletas y que funciona como guía didáctica y elemento de registro para los alumnos. Los materiales permiten a los usuarios experimentar, indagar y fomentar la discusión, al mismo tiempo permiten hacer simulaciones y visualizar, gracias al uso de TIC, demostraciones que no son factibles mediante los modelos físicos (objetos).

El software interactivo cuenta con cinco animaciones, “Firmamento”, “Modelos de la Tierra”, “Fases de la Luna”, “Tierra gira” y “Sol gira”, que se incorporaron en distintas actividades de las secuencias de los tres ciclos, además se incluye un video de un eclipse de Sol visto desde la Tierra.

El material se acompaña de un libro para el docente y cuadernillos de hojas de registro de las actividades para el alumno.

Seres Vivos

Para trabajar este tema en los diferentes ciclos de primaria, se desarrollaron distintos materiales:

Rompecabezas: Se elaboraron las ilustraciones de cinco imágenes de comunidades indígenas (Jalacingo, Papalotla, San José Río Bravo, Tecapagco y Tenepanigía), tomando como base los dibujos a mano alzada elaborados por profesores de dichas comunidades. Para la reinterpretación de las mismas se respetó lo más posible la distribución y características que plasmaron los profesores. Las imágenes muestran las características del ecosistema, como es la fauna, flora, presencia de ríos, montañas, además de la infraestructura de la comunidad. Se cuidó que los elementos bióticos y abióticos fueran claramente identificables, por lo que en algunos casos no se respetó la escala real de los mismos y quedaron sólo como ilustrativos, adicionalmente se colocaron los

nombres en español y náhuatl de algunos elementos que conforman la imagen.

El objetivo de las ilustraciones fue convertir las imágenes proporcionadas por los docentes en rompecabezas que permitieran a los usuarios identificar en forma atractiva y clara, los elementos que conforman cada una de las comunidades señaladas.

Tarjetas seres vivos. Tarjetas de descripción de los animales por su tipo de reproducción (vivíparo y ovíparo). Se diseñaron 18 tarjetas que contienen texto alusivo a las características que presentan los organismos vivíparos y los ovíparos.

Memorama de la Respiración. Se diseñaron 30 tarjetas que integran un juego de 15 pares, cada par tiene una tarjeta que en su parte frontal muestra la ilustración de un organismo y su nombre, mientras que la otra tarjeta tiene un texto alusivo a las características de la respiración del organismo que se ilustra. Las tarjetas se utilizan como un juego tradicional de memoria o memorama, sólo que en lugar de dos imágenes iguales, se hace un par con la imagen que corresponde a la descripción del organismo de acuerdo a su tipo de respiración

Tarjetas de padres y sus crías. Se diseñaron 54 tarjetas que integran un juego de 27 pares, cada par está conformado por una tarjeta que en la parte frontal tiene la fotografía de un organismo adulto, mientras que la otra muestra la fotografía de un organismo de la misma especie pero en etapa de cría. Las tarjetas se utilizan como un juego tradicional de memoria o memorama, sólo que en lugar de dos imágenes iguales, se hace un par con las imágenes del progenitor y de su cría.

Tarjetas de seres vivos (animales y plantas). Se diseñaron 18 tarjetas, cada una tiene en la parte frontal la ilustración de un organismo con su nombre en español y náhuatl.

Tarjetas de ciclo de la vida. Se diseñaron 30 tarjetas, que integran cinco ciclos de vida de distintos organismos. Cada ciclo está representado por cinco tarjetas (cada muestra en la parte frontal una etapa del ciclo), más otra que indica que se trata del ciclo de vida de un determinado organismo. Los ciclos de vida representados son: de la mariposa, del árbol, del gallo, del maíz, y del perro.

Resultados

Se desarrolló y diseñó la estrategia didáctica con todos sus componentes (guías de alumnos y docentes para cada tema, así como materiales educativos para la intervención en clase que apoya la construcción de representaciones científicas en niños, (hardware y software en el caso de Astronomía). Los materiales diseñados son de tres tipos, objetos para la experimentación y discusión, material impreso que incluye libros de texto y hojas de registro para los alumnos y el software interactivo.

La estrategia desarrollada con todos sus componentes fue implementada y utilizada tanto por docentes como alumnos de todos los ciclos, la aceptación de todos los usuarios ha sido satisfactoria.

Finalmente, se logra identificar la existencia de representaciones múltiples, al evidenciar que de acuerdo al contexto de aplicación los conocimientos escolares, co-

tidianos y culturales (étnicos) son explicitados. Se logró establecer la diferencia entre estos, y resaltar y respetar los conocimientos culturales de cada uno de los temas presentes en las comunidades (cuando el contexto era el adecuado), conocimientos que no se hacen evidentes en el desarrollo de las actividades pero que sí delimitan los alcances y la secuencia óptima para la población a la que se dirige.

Impacto social

La aplicación de la estrategia didáctica permitió la formación de más de 60 profesores de la zona, la entrega de material y libros a más de 25 escuelas de la zona. Parte de la información generada se modificó e insertó en los libros que la Secretaría de Educación Pública (SEP), publicó para maestros y niños indígenas de la serie Ciencias Tecnologías y Narrativas de las Culturas Indígenas y Migrantes con los temas Colores y sombras y Astronomía y seres vivos que se entregaron a todas las escuelas indígenas y migrantes del país (450,000 ejemplares durante por lo menos 3 años).

Referencias

- Ávila Chaurand, R., Prado León. L.R., & González, Muñoz. E.L. (2007). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*, Guadalajara, Jalisco, México, Universidad de Guadalajara.
- Stahly, L., Krockover, G., Shepardson, D. (2000). Third grade students' ideas about lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 159.177.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth. A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Kikas, E. (1998). The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena. *Learning and Instruction*, 8(5), 439- 454.

Abstract: Through the design (industrial and graphic) of didactic material, an educational proposal for the teaching of science in basic education in a bilingual (Spanish - Nahuatl) indigenous community was made concrete. The material developed to address different topics (colors, shadows, astronomy and living beings) considered the approach of multiple representations, its design involved both the development of school materials from the framework of school science, as well as others corresponding to the cultural knowledge (ethnic) of the community.

The materials are conceptualized as low cost to optimize the resources of the budget granted for the project, though in low production, although scalable, with simple manufacturing processes and materials resistant to the climatic conditions of the rural context.

Keywords: Didactic material - science - education - teaching - identity - culture.

Resumo: Através do desenho (industrial e gráfico) de materiais didáticos, foi concretizada uma proposta educacional para o ensino de ciências na educação básica em uma comunidade indígena bilíngue (espanhol-nahuatl). O material desenvolvido para abordar diferentes temas (cores, sombras, astronomia e seres vivos) considerou a abordagem de múltiplas representações, seu design envolveu tanto o desenvolvimento de materiais escolares a partir da estrutura da ciência escolar, quanto outros correspondentes ao conhecimento cultural (étnico) da comunidade.

Os materiais foram conceituados como de baixo custo a fim de otimizar os recursos do orçamento concedido para o projeto, considerado como de baixa produção, embora escalável, com processos de fabricação simples e materiais resistentes às condições climáticas do contexto rural.

Palavras chave: Materiais didáticos - ciência - educação - ensino - identidade - cultura.

(* **Humberto Ángel Albornoz:** diseñador industrial con experiencia de más de 20 años en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, enfocado en el diseño e innovación de productos educativos que abarcan desde la enseñanza preescolar hasta la superior. Responsable del área de Diseño del Proyecto Laboratorios de Ciencia para el Bachillerato UNAM. Ganador en 5 ocasiones de diversos premios nacionales de diseño. Es académico de tiempo completo en la UNAM. **Leticia Gallegos Cázares:** es física y doctora en pedagogía, se ha especializado en la investigación en el aprendizaje de las ciencias y en el desarrollo de procesos de enseñanza. Entre sus trabajos destacados se encuentran diversas investigaciones sobre el aprendizaje en estudiantes y profesores de diversos niveles educativos y contextos socioculturales. Es académica de tiempo completo en la UNAM. **Beatriz Eugenia García Rivera:** se especializa en la investigación de la enseñanza y aprendizaje de la biología. Es bióloga y doctora en pedagogía, su trabajo se centra en el análisis de la construcción conceptual y representacional que los estudiantes de diversos niveles educativos y contextos culturales tienen sobre los temas biológicos. Es académica de tiempo completo en la UNAM. **Reyna Elena Calderón Canales:** es doctora en psicología y su línea de investigación se centra en el aprendizaje en diferentes dominios específicos de conocimiento (física, química, biología y psicología) así como en el desarrollo de estrategias y materiales de enseñanza y aprendizaje para estudiantes de diversos niveles educativos. Es académica de tiempo completo en la UNAM. **Néstor Hernández Valentín:** Artista Visual y Diseñador en Comunicación Visual, actualmente profesor en la Escuela Superior de Turismo del Instituto Politécnico Nacional, cuenta con amplia experiencia en el desarrollo, ilustración y programación de actividades didácticas. Ha colaborado en diversos proyectos con el CCADET-UNAM y el Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa.