

Ponencia: P_003

Título: Diseño y desarrollo de material lúdico didáctico para el aprendizaje de matemáticas a partir de un proceso de investigación-creación

Autores

MsC Paola Andrea Castillo Beltrán, pacastillo@uao.edu.co

Diseñadora Industrial, Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia

Rafael Martínez Gutiérrez, rmmartinez@uao.edu.co

Diseñador Industrial, Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia

Resumen

De acuerdo con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, la investigación-creación es una aproximación a la investigación que permite combinar la construcción de conocimiento a partir del método científico, con la construcción de conocimiento que se da en la creación artística. En este sentido, el enfoque de la investigación-creación favorece a los procesos de diseño al brindar una mirada amplia del problema para el desarrollo de objetos, articulando la perspectiva científica con la sensible y derivando en objetos que combinan la resolución de problemas con la generación de sentido.

Este artículo tiene como objetivo presentar el proceso de investigación-creación llevado a cabo en el diseño de un material didáctico para el fortalecimiento del aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de 3°, 4° y 5° de básica primaria, el cual funciona como mediador de una experiencia de aprendizaje basada en metodologías activas y que toma en consideración las características de los estudiantes y su contexto. Este material es 'Destino *aventura*' un juego compuesto por 2 módulos y 5 actividades, en las que los jugadores deben resolver situaciones propias de la preparación y realización de un viaje, mediante la aplicación del pensamiento matemático.

El proceso metodológico se organizó en cuatro fases: La fase de diseño de la

experiencia de aprendizaje, la fase de diseño del material didáctico, la fase de fabricación y una última fase en la que se realizaron pruebas con estudiantes de colegios de la ciudad de Cali y se midieron los resultados de la experiencia generada.

Palabras clave: investigación-creación, diseño industrial, material lúdico didáctico, aprendizaje de matemáticas

Desarrollo

1. Investigación - creación

La investigación-creación es un concepto que ha tenido diversas perspectivas respecto a su naturaleza epistemológica, para Minciencias (2021) es una aproximación a la investigación que “permite combinar la construcción de conocimiento a partir del método científico, con la construcción de conocimiento que se da en la creación artística” (p. 10); para Delgado et al. (2015) es “un proceso capaz de generar innovación y nuevo conocimiento a través de su práctica constante y estructurada, con sus propios escenarios de validación y visibilización”, así mismo, Mäkelä (2007, citado por Minciencias, 2021) afirma que

Al tratarse de un proceso ordenado, además del resultado de creación, se genera simultáneamente conocimiento nuevo reproducible por medio de lenguaje proposicional. El proceso utilizado en la Investigación-Creación no se puede circunscribir a una estrategia única. Incluye conocimiento, experiencia, intuición, creatividad, innovación, entre otros. Es importante resaltar que ninguno de estos aspectos es en sí mismo un objetivo, sino un medio para alcanzar los objetivos de la investigación. (p. 12)

Por la misma línea, Ballesteros Mejía & Beltran Luengas (2018) la entienden como “un modelo que se encuentra definido por el proceso que se centra en la creación de una obra o artefacto a partir de un señalamiento, con el objetivo de transformar las relaciones del ser humano con su entorno” (p. 33) mientras que García (2020) la considera como

Un método cualitativo útil para ampliar los conocimientos sobre las potencialidades de los materiales, los procesos, los conceptos y las

funcionalidades de las obras, acciones o creaciones en artes y diseño. Estas posibilidades se nutren desde, y aportan a otras disciplinas, por lo que se transmiten con lenguajes comprensibles en la academia. Su principal estrategia es la experiencia reflexivo-creativa que entrelaza la teoría y la práctica. (p.73)

En conclusión “la investigación creación trasciende los modelos epistemológicos de la ciencia tradicional” (Carreño, 2014. P. 59) privilegia la incorporación de miradas diversas alrededor de una situación, dando cuenta “del resultado de una polinización cruzada entre disciplinas, que permite potencializar procesos y resultados propios de las artes, la arquitectura y el diseño” (Bonilla et al., 2014), favoreciendo los procesos de diseño al brindar una mirada amplia del problema para el desarrollo de objetos, articulando la perspectiva científica con la sensible y derivando en objetos que combinan la resolución de problemas con la generación de sentido.

En relación a los procesos de investigación creación, aunque estos se caracterizan por no presentar un único abordaje metodológico, varios autores proponen algunas acciones secuenciales o simultaneas propias de este abordaje, las cuales se describen a continuación:

Ballesteros & Beltrán (2018)	García (2020)	Pinson(2009) y Chapman y Sawchuk (2012)
Contextualización	Pregunta ¿cómo puede ser?	Delimitar un problema(aunque desde las propias prácticas artísticas) al que el investigador-creador haya llegado desde la reflexión sobre su propia experiencia artística
	Teoría inicial	
	Proposición	Plantearse objetivos o propósitos claros
Indagar transiciones		
Sensación detonante	Definir datos según la proposición	Escoger la(s) metodología(s) adecuada(s) (las artes pueden aportar las metodologías de sus prácticas)
	Fuentes complementarias	
	Experiencia creativa	
	Interpretación	

Conformación plástica	Conclusiones	Innovar con una propuesta o acción propia e inédita
	Implicaciones teóricas	
	Redactar informe	
	Registro	Difundir lo alcanzado

Tabla 1. Comparación de propuestas de investigación creación de diversos autores

Fuente: Construcción propia

En cuanto a los resultados de la investigación-creación, más que compilados de información científica o metodologías representadas en textos y artículos, se obtienen principalmente productos resultantes un conjunto de obras o artefactos plástico sensoriales, los cuales Minciencias (2021) categoriza como:

- **Obra o creación efímera:** son las obras, diseños o productos, materiales e inmateriales, cuya existencia es de una duración limitada en el tiempo y el espacio y cuya evidencia depende, por lo tanto, de la memoria reconstructiva. Son sus huellas, rastros, o registros los que corroboran su existencia y las hacen reconocibles. El registro debe ser repetible, exportable y verificable.
- **Obra o creación permanente:** son obras, diseños o productos -materiales e inmateriales-cuya existencia pretende ser ilimitada en el tiempo. La presencia y persistencia del objeto que registra la obra o producto demuestra su existencia, sin embargo, la obra o producto mismo predomina sobre el valor del registro.
- **Obra o creación procesual:** son aquellas obras, diseños o productos materiales o inmateriales, en cuya naturaleza predomina la dinámica transformadora, sistémica y relacional; por esta razón tienen un carácter abierto y no están sujetas a un marco espacio temporal predeterminado. Generan impacto verificable pero no previsible material e inmaterial. El reconocimiento de este tipo de producto se basa en la existencia de indicadores cualitativos o cuantitativos que den cuenta de las dinámicas del proceso.

Este conjunto de obras debe proponer una novedad a través del lenguaje plástico que el autor decida utilizar, la cual requiere ser validada por la comunidad de expertos

como un aporte a la transformación del área de conocimiento hacia la que se oriente el artefacto.

La investigación creación para procesos de diseño

Desde el origen de los estudios del diseño este ha estado en constantes tensiones con la investigación y su enfoque científico, reconocidos autores Archer con su método sistemático (1964), Buckminster Fuller con las ciencias del diseño (1957), Nigel Cross con *Designerly ways of knowing* (2006), Christopher Jones con *Métodos de diseño* (1982), Herbert Simon con *las Ciencias de lo artificial* (1996), Maldonado y Bonsiepe con *Ciencia y diseño* (1964) entre algunos, han debatido ampliamente relaciones, diferencias, alternancias y recurrencias alrededor del diseño y la ciencia.

Según Mario Bunge, la ciencia fáctica se caracteriza por afirmar que “El conocimiento científico es fáctico, trasciende los hechos, es analítica, es especializada, su conocimiento es claro y preciso, comunicable, verificable, metódico, sistemático, general, legal, explicativo, predictivo, abierto y útil” (2013). El diseño, aunque en algunos casos cumple un amplio conjunto de consideraciones de la ciencia, en ninguno las cumple todas y para sus procesos además incluye variables complejas, abstractas, ambiguas, cualitativas alrededor de los problemas que aborda, por lo que no era concebida dentro de la visión tradicional de ciencia.

En ese sentido, se han construido categorías alrededor de las relaciones entre investigación, creación y diseño y sus distintas aproximaciones a la construcción de conocimiento, estas se describen en la investigación realizada por Bermúdez et al. (2019):

Tipo de investigación	Enfoque	Intensión	Preguntas
Sobre el diseño	Ontológico: Explicito, reflexión acerca del diseño	Plantea las preguntas de fondo de la disciplina, intenta definir y redefinir su ámbito de acción, entender la fluidez en las nuevas fronteras del	¿Qué es el diseño? ¿Para qué existe el diseño? ¿Cuáles son los dominios del diseño? ¿Cuál es el papel del diseño en la comunidad?, ¿Cuál debería de ser su papel?, ¿Cuáles son sus premisas?,

		diseño	¿Cuáles son nuestras intenciones deliberadas?
Del diseño	Epistemológico: Explicito, reflexión acerca del diseño	Generar un mayor entendimiento acerca de las formas en las que se diseña	¿Qué procesos cognitivos se desarrollan en la práctica del diseño?, ¿Cuál es el papel de la intuición y cómo puede ser definida? ¿Cómo diseñan los diseñadores? Cómo se aprende a diseñar?
Para el diseño	Fenomenológico: Tácito, sobre el proceso de diseño	Enfocado en un problema específico a resolver, para sistematizar, luego, el conocimiento generado. Se genera conocimiento desde el modo de entender el problema	¿Para qué?, ¿Debido a qué circunstancias?, ¿Cuáles son sus causas últimas y próximas?, ¿Cómo se puede interpretar dicho fenómeno?
Mediante el diseño	Morfológico: Tácito, sobre el proceso de diseño	Comunicar de una manera más bien sensorial que verbal ese conocimiento tácito generado al diseñar	No se describen

Tabla 2. Modos de investigar en diseño

Fuente: Bermúdez et al. (2019)

En relación a los modos de investigar en diseño, la investigación creación se relaciona con el enfoque morfológico del diseño, correspondiente a la investigación mediante el diseño, en donde se privilegia el conocimiento tácito, no verbal y experiencial para la construcción de conocimiento.

2. Desarrollo del proyecto de investigación creación de diseño y desarrollo de material lúdico didáctico para el aprendizaje de matemáticas

La enseñanza de las matemáticas es necesaria y útil para el proceso de aprendizaje y para diferentes labores de la vida cotidiana. Para el aprendizaje de las matemáticas,

es necesario hacer uso de los pensamientos matemáticos. Los tipos de pensamiento son numérico, espacial, aleatorio, variacional y métrico, enunciados en Colombia en el documento de los Lineamientos Curriculares del Ministerio de Educación (1998) que sigue siendo actualmente la base para la formación de competencias matemáticas en el sistema educativo colombiano y que están basados en la propuesta de Miguel de Guzmán (1995), una de las figuras más influyentes en la educación matemática en España y en Latinoamérica.

El numérico y sistema de números, incluye la aritmética, sumas y restas, la comprensión de los números y técnicas de cálculo; el espacial y sistemas geométricos, como su nombre lo indica se relaciona a todas las figuras geométricas, áreas y volúmenes, así como operaciones con figuras tales como rotación, traslación y simetrías; el pensamiento aleatorio y sistema de datos que trata sobre la recolección de datos, generación de gráficos y probabilidades; el pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos, relacionado a representaciones gráficas donde se toma al algebra como un sistema de representación; y finalmente el pensamiento métrico y sistemas de medidas que incluye las unidades de medida y características que puedan ser medidas en los objetos.

Estos tipos de pensamientos se utilizan según la problemática o la situación que lo requiera, pero cada uno de ellos tiene las bases para poder llegar a una solución determinada. Aunque los pensamientos son importantes, deben ir de la mano de los tipos de lenguajes matemáticos, que son el verbal, el gráfico, el algebraico e interpretativo, esto puesto que en las etapas del aprendizaje matemático se involucran tanto pensamientos como lenguajes.

Para transformar el lenguaje natural al matemático, entendiendo al lenguaje natural como el usado en la comunicación humana, existen etapas que se dividen en el siguiente orden: Primero “acción”, donde se realizan operaciones por medio de elementos tangibles; la siguiente etapa es conocida como “asociación”, en la cual se relaciona la acción con una explicación verbal de lo que se está realizando; la tercera etapa es el “relato”, aquí el estudiante puede explicar lo que ha hecho sin necesidad de otros medios; posteriormente se da paso a la “abstracción” donde se pueden verbalizar múltiples acciones sin tener un referente previo sobre el cuál basarse; la quinta etapa es conocida como “simbólica” en donde se grafican las operaciones

apoyadas en la palabra y la acción, para dar paso a una etapa final llamada "gráfica" en la cual se usan los signos matemáticos.

Estos tipos de pensamiento junto con el lenguaje se van desarrollando desde la niñez, algunos autores como Piaget y Baroody afirman que el niño estructura el pensamiento incluso antes de entrar a una formación académica donde posteriormente potencia la abstracción de conceptos propios de las matemáticas que no están presentes en el conocimiento de la realidad física y social. (Ros M, 2016).

Aunque las matemáticas son importantes y necesarias, en Colombia los datos sobre el nivel educativo de esta área muestran que se requiere generar alternativas que apoyen la educación y faciliten la apropiación de los conceptos anteriormente mencionados. De forma repetida se han evidenciado dificultades en los procesos de aprendizaje de las matemáticas en Colombia en todos los grados de escolaridad. (Murcia, M. E, & Henao, J. C., 2015).

Algunas de las causas de esta problemática se deben a la forma en que se ha enseñado, que, si bien las metodologías educativas varían según la institución, la mayoría sigue los lineamientos dados por el Ministerio de Educación nacional (MEN). El modelo propuesto establece una serie de objetivos a los que debe llegar el estudiante para avanzar en la adquisición de aprendizajes nuevos. Esta forma evaluativa no considera los diferentes ritmos de aprendizaje, dificultades en el proceso de aprendizaje del estudiante y factores cognitivos. (Blanco, O. 2004).

Por otra parte, el material físico con el que cuentan muchas instituciones suelen ser textos escolares que carecen de material didáctico y su estructura no es acorde al lenguaje de los estudiantes sino suele estar centrada principalmente en grandes cantidades de ejercicios. A estos aspectos se le puede sumar el factor cultural que en nuestra sociedad suele ver a las matemáticas como difíciles o incluso innecesarias en la mayoría de sus contenidos para la vida cotidiana, lo cual supone un rechazo en muchas ocasiones; este rechazo puede verse reflejado en bajas calificaciones, ausencia escolar, poco acompañamiento en casa, deserción escolar y retraso en la promoción.

Este rechazo puede generarse por la desconexión entre lo que se enseña en el aula de clases y lo que puede aplicar el estudiante en su entorno y día a día, puesto que

los ejercicios suelen ser operaciones extensas sin contexto o explicación, y no se relaciona su utilidad con el día a día, pues para que el niño entienda ciertas situaciones matemáticas, debe sentir que puede asociar lo que aprende con situaciones significativas de su vida. Esto es lo que, para Ausubel, et. Al (1983) y Novak et. Al (1988) es el aprendizaje significativo o para Perkins, Gardner, Stone y otros (2003), es la enseñanza para la comprensión. Bajo estas miradas, el aprendizaje se amplía a su inserción en prácticas sociales con sentido, utilidad y eficacia y quien aprende puede realizar actividades, tareas y proyectos en los cuales se muestra, consolida y profundiza la comprensión adquirida.

Se entiende entonces que es importante fomentar el aprendizaje matemático ya que este está ligado a muchas de las actividades en las que los estudiantes se desarrollarán tanto en su vida académica como su desarrollo como persona en sociedad y que si no son atendidas correctamente pueden crear repercusiones futuras decisivas como el acceso a la educación superior y su continuidad en la misma, e incluso para el correcto desempeño laboral en algunos casos.

Para esto y tras analizar la problemática y entender que se requieren de ambientes de aprendizaje enriquecidos por situaciones problema significativas y comprensivas, que posibiliten avanzar a niveles de competencia más y más complejos, se plantea la necesidad de diseñar una experiencia mediada por material lúdico-didáctico que pueda aplicarse a los contenidos aprendidos entre los grados tercero y quinto de primaria donde los estudiantes sientan las bases de su aprendizaje.

Esta experiencia buscará ayudar a la transición de un lenguaje natural a uno matemático simulando una situación de la vida real teniendo en cuenta los contenidos vistos en dichos grados, las etapas del aprendizaje, el desarrollo de juegos educativos y lo relacionado también a los parámetros necesarios para desarrollar una experiencia y definir el material que la mediará.

Dentro de este proceso es importante destacar el valor del juego en el aprendizaje como herramienta de apoyo y las características que le darán valor sobre la percepción del estudiante. Es así, como una forma de fortalecer la comprensión de los lenguajes matemáticos es el juego, ya que éste “es un placer en sí mismo, permite resolver problemas y pone en práctica diferentes procesos mentales. Las principales

funciones del juego son favorecer el desarrollo intelectual, social y emocional de manera divertida, estimulante y motivadora. Además, estimula la comunicación, el trabajo en equipo y la aceptación de normas entre otras cosas” (Alsina, A. Planas, N. 2008).

Por otra parte, se desarrolló un conjunto de objetos lúdico didácticos. Este producto como resultado del Diseño Industrial se orientó a obtener objetos con sentido y lenguajes claros, orientados a los usuarios y susceptibles de ser desarrollados. Un objeto lúdico-didáctico “es aquel objeto artificial que, con su presencia y propuestas de manipulación, provoca la emergencia, desarrollo y formación de determinadas capacidades, actitudes y destrezas en los niños y ayuda al desarrollo integral, a través de la actividad del juego, trascendiendo la mera diversión para incorporarse como importante herramienta de aprendizaje.” (Castillo, 2012).

De acuerdo con Castillo (2012), estos objetos son necesarios en los procesos de desarrollo y aprendizaje por su carácter instrumental y manipulativo, pues funcionan como mediadores o vehículos para el desarrollo y aprendizaje infantil ofreciendo un conjunto de sensaciones y proporcionando verdaderos escenarios de aprendizaje.

Metodología de trabajo

En concordancia con todo lo anterior, se establecieron cuatro fases de desarrollo para el proyecto (ver figura 1). El proyecto se llevó a cabo en la ciudad de Santiago de Cali, entre el primer semestre del 2020 y el segundo semestre del 2022, para su consecución se manejó la siguiente metodología de investigación- creación:

1. Fase de diseño de la experiencia de aprendizaje: Se realizó un proceso de exploración, obtención de conocimiento y comprensión de la pregunta problema a abordar, así como sus interconexiones e interdependencias frente a factores sociales, culturales, económicos, ambientales, tecnológicos, naturales y artificiales. Su propósito fue asegurar que las diferentes variables condicionantes del diseño sean consideradas. En esta fase se realizan procesos de observación, entrevistas, análisis de la actividad y de los interesados de manera sistémica orientados a identificar problemáticas y oportunidades puntuales de participación. Su resultado fue el planteamiento de una experiencia de aprendizaje, entendida esta como las acciones que

realizarán los usuarios a lo largo de la actividad y el proceso de uso de los objetos.

2. Fase de diseño de los materiales lúdicos didácticos: Se asoció al inicio del proceso creativo a partir de la ideación y generación de múltiples alternativas de diseño de objetos que funcionen como mediadores de la experiencia de aprendizaje, así como su convergencia en la generación de la solución final a través de un proceso iterativo. Esta fase incluye la definición de las características del producto en términos de configuración plástica sensorial, formal-estética, composición, estructura o agrupación de las partes definición de elementos visuales, cromáticos y de proporción entre las partes y el todo, proyección de su funcionamiento, así como sus elementos constitutivos, su relación con el usuario y su consideración de aspectos simbólicos. Su resultado fue un conjunto de bocetos, maquetas y modelos 2d y 3d de objetos que componían el sistema, con los que plasmaron los conocimientos obtenidos en la fase de diseño de la experiencia de aprendizaje y con los que se fueron realizando diversas pruebas preliminares.
3. Fase de desarrollo constructivo de los objetos lúdicos didácticos: La tercera fase abordó el proceso de definición técnico-productiva centrada en actividades asociadas a la factibilidad de la construcción física de los elementos diseñados, transformando los materiales mediante procesos productivos con el fin de obtener diseños detallados. Esta fase incluye la especificación de materiales, procedimientos constructivos, acabados, articulación estructural entre partes y secuencia de fabricación. Adicionalmente la definición y refinamiento de aspectos de uso para brindar comodidad, facilidad y eficiencia a una tarea determinada. Se consideran entonces en este factor, aspectos ergonómicos pertinentes a la relación entre el objeto y la fisiología humana lo cual permite no solo dimensionamiento del producto y sus partes, sino identificación de tareas, interacción y relaciones entre el hombre, el objeto y el medio ambiente. Su resultado es un conjunto de objetos físicos con materiales y procesos productivos industriales estandarizados y replicables, así como un conjunto de verificaciones preliminares alrededor de su funcionalidad y apariencia.
4. Fase de comprobación, validación y ajustes: Se orientó a realizar las diferentes verificaciones requeridas para comprobar la calidad de la experiencia y los

diseños objetuales que componen el material didáctico, abarcó la verificación de la comprensión de las actividades, el cumplimiento de especificaciones técnicas de calidad sobre materiales y procesos productivos, la realización de pruebas en contexto real con usuarios del material didáctico realizado. Como resultado se obtuvo la retroalimentación de estudiantes y docentes alrededor de la experiencia y los objetos diseñados, así como un conjunto de sugerencias que se incorporaron a través de un rediseño. La orientación seguida para comprobar con los usuarios el funcionamiento del material didáctico desarrollado, se realizó a través de la medición de calidad del juego con el uso de instrumentos validados (a través de grado de correlación entre ítems Alfa de Cronbach y análisis factorial), denominado Modelo MEEGA- diseñado por Giani Petri, Christiane Gresse von Wangenheim & Adriano Ferreti Borgatto en Brasil en el año 2016 (Petri, et. Al. 2018). El instrumento mide 2 factores de calidad: la usabilidad y la experiencia del jugador. Respecto a la calificación final que brinda la escala MEEGA para el juego el resultado es de 67.63, situándose en un nivel de aceptación de -excelente calidad-.



Figura 1. Fases de desarrollo del proyecto de investigación creación
Fuente: elaboración propia

3. Resultados obtenidos del proyecto

Destino Aventura, el juego, es un *kit* de material lúdico didáctico que toma inspiración en el concepto del viaje y las diversas situaciones que se deben definir en su preparación y ejecución para generar aplicaciones del pensamiento matemático. Con el concepto de viaje se decidió que el kit o juego completo recibiría el nombre de “Destino Aventura”, relacionando los diferentes retos y actividades que se desarrollan como una aventura, generando un recorrido por diferentes destinos. El *kit* está compuesto por cinco paquetes de actividades organizadas en dos módulos: Prepara tu viaje y a Viajar y disfrutar. Los nombres de las actividades tienen correspondencia también con el concepto de viaje, usando diferentes idiomas que representan la multiculturalidad encontrada al viajar y visitar diferentes países.

Módulo 1. Prepara Tu Viaje

Este módulo orientado a la planeación del viaje permite determinar: tiempo de viaje, objetos y alimentos requeridos para el viaje. Se realiza una visita a la tienda se desempeñan roles de compradores y vendedores. Está compuesto por 3 actividades que se pueden desplegar de forma consecutiva o independiente, según las necesidades establecidas por el docente. A continuación, se describirán cada una de las actividades que componen este módulo.

Actividad 1. Inu ¿Qué vamos a comer?: En esta actividad se planean y calculan las cantidades de alimentos requeridos para las diferentes jornadas alimenticias de acuerdo a la cantidad de personas que viajan, el número de días de viaje y en relación con menús seleccionados a través de tarjetas. El tipo de pensamiento que se busca trabajar con esta actividad es el numérico y de sistemas de números, usando específicamente las temáticas de valor posicional (comprensión de unidades, decenas, centenas, unidades de mil).

Actividad 2. Kofer ¿Qué más vamos a llevar?: La actividad plantea seleccionar objetos a llevar teniendo en cuenta que sean necesarios para el lugar de viaje definido y se resuelven un reto de cálculo de volumen que puede ser comprobado físicamente con fichas y una representación de la maleta. Está orientada al pensamiento numérico y sistemas de números y al pensamiento espacial y sistemas geométricos usando sumas, restas áreas, perímetros y volumen.

Actividad 3. Kugula ¿Qué vamos a comprar?: se asumen roles de compradores y vendedores, se planean las compras a realizar según el presupuesto y lo que se necesita, se realiza la operación de compra y venta usando dinero didáctico. Está dirigida al pensamiento numérico y sistemas de números en las temáticas de Multiplicaciones, divisiones.

Actividad 4. Safarka ¿A dónde vamos?: se resuelven retos en un trayecto para llegar a un destino (operaciones de conversión, sumatoria, etc.). El tipo de pensamiento que se busca trabajar con esta actividad es el numérico y de sistemas de números, usando específicamente las temáticas de Operaciones de fracciones y decimales, conversión de medidas.

Módulo 2. A Viajar Y Disfrutar

El módulo presenta un recorrido usando diferentes medios de transporte, transitando distancias para llegar a un destino final y desplazamientos entre lugares mediante coordenadas en un tablero. Está compuesto por 2 actividades que pueden desplegar de forma consecutiva o independiente, según las necesidades establecidas por el docente. Una de las actividades tiene 2 niveles de complejidad teniendo en cuenta si los estudiantes han abordado los temas propuestos. A continuación, se describirán cada una de las actividades que componen este módulo.

Actividad 5 CURSUS ¿Qué hay en la ciudad?: En esta actividad se realiza un recorrido en moto o en carro o en bicicleta o caminado. Se hace ubicando los lugares en el mapa (poner la ficha en el tablero) siguiendo instrucciones de su ubicación descritas en tarjetas. Se traza una ruta. Busca el abordaje del pensamiento espacial y sistemas geométricos y el sistema métrico y sistemas de medida a través de temáticas relacionadas a trayectos, ubicaciones y distancias (plano cartesiano y movimientos sobre este)-puntos cardinales (norte, sur, este, oeste) y la lectura e interpretación de mediciones con unidades de medidas (comprender mediante esquemas y diagramas).

Destino Aventura como un conjunto de objetos diseñados y fabricados a manera de kit, constituyen dentro de la tipología de productos derivados de un proceso de investigación creación como obra o creación permanente.



Figura 2. Fotografía de algunos de los componentes de Destino Aventura, el juego

Fuente: propia

Los productos obtenidos como resultado del proyecto, a la luz de las tipologías que se manejan para los resultados de investigación creación según Minciencias se agrupan de la siguiente manera:

- a. Obras o productos de investigación creación en Artes, Arquitectura y Diseño: Se genera nuevo conocimiento a partir de los diseños objetuales realizados y provenientes del proceso desarrollado, que a través del lenguaje simbólico enriquecen el proceso de aprendizaje de matemáticas tanto para los estudiantes como para los docentes. Estos diseños materiales son de naturaleza permanente al persistir en el tiempo.

Para el módulo "Prepara tu viaje" se generaron 3 insignias de logro, un (1) formato de registro de comidas, doce (12) tarjetas de menú (comidas), un (1) listado de objetos a llevar, una (1) tarjeta de reto maleta, un (1) contenedor en forma de maleta, veinticinco (25) fichas volumétricas representativas de objetos, un (1) formato de compras de productos, un (1) exhibidor de productos, cinco (5) gafetes de identificación (rol), diez (10) billetes de dinero didáctico, y treinta y tres (33) fichas de productos.

Para el módulo "A viajar y disfrutar" se generó una (1) insignia, un (1) tablero de recorrido, dos (2) mapas, dos (2) fichas de medios de transporte, cuatro (4) tarjetas de retos, un (1) plano cartesiano, catorce (14) fichas de lugares, y catorce (14) tarjetas de lugares.

- b. Obra o creación Procesual: en esta categoría se clasifican los resultados

inmateriales que dan cuenta de las dinámicas del proceso realizado. Con respecto a este proyecto, se ha generado una plataforma abierta para la divulgación de la experiencia y en la que se puede observar el proceso de diseño seguido y los resultados de las diferentes fases como bocetos y esquemas de proceso de diseño. (Este resultado se encuentra alojado en <https://sites.google.com/view/destino-aventura-uao/portal-a-la-aventura>).

Además de los resultados de investigación creación, se obtuvieron otros productos asociados que se orientan por la visión tradicional de la investigación. Estos resultados son:

- a. Productos resultados de actividades de desarrollo tecnológico e innovación: se realizó la solicitud de registro de Diseño Industrial a través de la Universidad Autónoma de Occidente ante la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia. Se registró uno de los objetos diseñados para el kit que apoya procesos de medición y conversión de medidas.
- b. Producto de Formación de recursos humanos: en el marco del proyecto se desarrollaron 4 trabajos de grado de pregrados. Los trabajos de grado fueron desarrollados por estudiantes de los programas de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Colombia y de la Universidad Autónoma de Occidente e Ingeniería Multimedia de la Universidad Autónoma de Occidente.
- c. Apropiación social y circulación del conocimiento: divulgación del proceso y los resultados del proyecto desarrollado en eventos académicos, a través de la participación en el 4° Encuentro RAD de Investigación Formativa de Diseño con 3 ponencias y en marco del mismo evento se participó en la Exposición interactiva y Muestra de Resultados/Productos de Doctores y Magísteres del Diseño “Productos de investigación, una ventana al mercado desde el Diseño” como resultado de investigación-creación. También la participación con 2 ponencias en el 8° Congreso Internacional de Innovación Educativa, CIIE, del Tecnológico de Monterrey.

Conclusiones

El diseño encuentra un espacio de reconocimiento a través de la investigación

creación, mediante el cual se evidencia que la investigación y la creación no son opuestas sino dos formas de generación de conocimiento igualmente válidas y que terminan emergiendo al ejecutar un proyecto interdisciplinar. Mediante esta mirada se genera un reconocimiento a un sinnúmero de artefactos que transforman las prácticas y experiencias humanas, los cuales, previamente carecían de reconocimiento y valor en entornos académicos y sociales.

La importancia de incorporar al diseño en los proyectos se puede ver reflejado en el proceso y los resultados. En cuanto al proceso, la mirada del diseño permitió incorporar a los diferentes interesados haciéndolos partícipes de las diferentes etapas de desarrollo. En cuanto los resultados de la evaluación de calidad del juego con la metodología MEEGA+, se pudo identificar que, en comparación con otros juegos como “Juseca” Juego serio para la comprensión de algoritmos (Pérez et al., 2022), “*Dealing with Difficult People*” y “*Ball Point Game*” (Calderón et al., 2018) así como el juego educativo “*Coffee challenge*” (González et al., 2021), evaluados con la misma herramienta, “Destino Aventura” arroja mejores resultados en criterios asociados a la experiencia de usuario, pertinencia y atractivo visual, esto probablemente debido a la atención en el diseño (uso, estético-formal) que caracteriza un proyecto desarrollado desde la mirada del diseño industrial.

Por otro lado, tras la realización del proyecto surgen nuevas posibilidades para continuar desarrollando procesos de investigación creación que profundicen en nuevas oportunidades. Por ejemplo, la ampliación de módulos que consiste en desarrollar nuevos módulos mediante los cuales se puedan incorporar nuevas temáticas asociadas a matemáticas. De igual manera, incorporar otras asignaturas como geografía, ética, competencias ciudadanas, literatura y español con el fin de que los estudiantes aborden problemas desde una mirada interdisciplinar que propenda por la integración de saberes de diferentes áreas.

Por otra parte, la accesibilidad del juego con el fin de ampliar el alcance del juego, se plantea realizar una versión *print –n- play* mediante la cual los usuarios puedan jugar sin tener que acceder físicamente al material, facilitando que en diversos territorios pueda accederse al juego de manera casera. Por otro lado, se plantea trabajar alrededor de una versión multimedia digital que permita jugar en línea desde cualquier lugar sin requerir elementos físicos de apoyo.

Finalmente, la comercialización de la iniciativa o sus versiones siguientes, con el fin de generar un desarrollo industrial comercializable del juego para que llegue de manera masiva a los colegios y logre ser apropiado por los interesados.

En definitiva, la investigación creación legitima al proceso de diseño como un mecanismo integrador para generar y divulgar conocimiento, no obstante, y en relación con la divulgación del proyecto, se han encontrado dificultades para socializar los resultados en revistas indexadas, ya que la investigación creación, al tener una concepción de generación de conocimiento mediante la práctica y a través de artefactos, se distancia de paradigma investigativo establecido desde saber científico tradicional, el cual hace parte de los criterios de selección que manejan las publicaciones especializadas. Así mismo, se identifica una carencia de espacios de divulgación sobre las reflexiones derivadas de procesos de investigación creación, tanto para la presentación de los artefactos, así como para las reflexiones sobre sus procesos de concepción.

Reconocimientos

Las reflexiones presentadas están relacionadas con el rol de investigadores en el desarrollo y ejecución del proyecto de investigación “Diseño y desarrollo de materiales lúdico-didácticos para el fortalecimiento de la comprensión de los lenguajes del pensamiento matemático en estudiantes de formación básica primaria de instituciones públicas y privadas del Valle del Cauca” del Grupo de investigación en Competitividad y Productividad Empresarial, GICPE de la Universidad Autónoma de Occidente que contó con la participación del Grupo de Investigación en Diseño Industrial, GUIA de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Bibliografía:

Alsina, A., & Planas, N. (s. f.). *Matemática inclusiva: propuestas para una educación matemática accesible*.

Archer, B. L. (1964). *Systematic method for designers*.

Ausbel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2nda ed.). Trillas.

Ballesteros Mejía, M., & Beltrán Luengas, E. M. (2018). *¿Investigar creando?: una guía para la investigación-creación en la academia* (1era edición). Universidad

El Bosque. <https://www.unbosque.edu.co/sites/default/files/2018-09/Investigar%20creando.pdf>

- Bermúdez Macías, E., Méndez, A., Rojas Morales, M. E., & Rovalo López de Linares, F. (2019). Modelo de investigación sobre, del, para y mediante el Diseño. *Journal semestral del departamento de diseño*, 3(4), 61–78. <http://disjournal.iberomx>
- Blanco Gutiérrez, O. (2004). Tendencias en la Evaluación de los Aprendizajes*. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, 9, 111–130.
- Bonsiepe, G. (1998). La cadena de las innovaciones. En *Del objeto a la interfase* (Tercera edición, pp. 38–40). Ediciones Infinito.
- Bonsiepe, G., & Maldonado, T. (1964). Ciencia y diseño. *ULM*, 10(11).
- Buckminster Fuller, R. (1957). A comprehensive anticipatory design science. *Royal Architectural Institute of Canada*, 34(9), 357–361.
- Bunge, M. (2013). Mario Bunge La ciencia su método y su filosofía. En *Philosophy of Science* (Vol. 28, Número 1). Siglo veinte.
- Calderón, A., Ruiz, M., & Gresse Von Wangenheim, C. (2018). Desarrollando competencias personales y habilidades sociales en ingeniería informática mediante el uso de juegos serios. En *Actas de las Jenui* (Vol. 3). <https://borisgloger.com/wp->
- Carreño, V. (2014). ¿Qué es la investigación-creación? *Revista SituArte*, 17, 52–62.
- Castillo Beltrán, P. A. (2011). *Criterios transdisciplinarios para el diseño de objetos lúdico-didácticos*. www.palermo.edu/dyc/maestria_diseno/tesisup.html
- Córdoba, C., María, C., Ascuntar, C., & Editores, R. (2021). *INVESTIGACIÓN+ CREACIÓN a través del territorio*. http://sired.udenar.edu.co/7016/1/Libro%20%2BC_A_TRAVES_TERRITORIO-.pdf#page=319
- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design Studies*, 3(4), 221–227. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(82\)90040-0](https://doi.org/10.1016/0142-694X(82)90040-0)
- Frayling, C. (1993). *Research in art and design* (1ª ed., Vol. 1). Royal College of art.
- Galdón, F., & Hall, A. (2022). (Un)Frayling design research in design education for the 21st Century. *The Design Journal*, 25(6), 915–933.
- García Ríos, A. S. (2020). Procesos de investigación en doctorados de artes y diseño, estudio de caso comparativo entre la Universidad de Caldas y la Universidad de São Paulo. *Kepes*, 17(22), 59–75. <https://doi.org/10.17151/kepes.2020.17.22.3>
- González-Castaño, L. E., Marroquín-Soto, S. V., Maturana-González, G. V., & Manjarrés-Betancur, R. A. (2021). Coffee Challenge: Un juego para la enseñanza de patrones de diseño de software. *Revista Politécnica*, 17(33), 34–46. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n33a3>

-
- Guzmán, M. (1995). *Tendencias e innovaciones en educación matemática*.
- Jones, J. C. (1992). *Design methods* (2ª ed.). VNR.
- Ministerio de Ciencia, tecnología e innovación. (2021). ANEXO 3. INVESTIGACIÓN + CREACIÓN: DEFINICIONES Y REFLEXIONES MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN INVESTIGACIÓN + CREACIÓN: DEFINICIONES Y REFLEXIONES.
- Ministerio De Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares*.
- Murcia, E., & Henao, J. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(18), 23–30.
- Novak, J., & Gowing, B. (1988). *APRENDIENDO A APRENDER*. Martínez Roca.
- Pérez Angulo, J. A., & Castro Rosales, J. A. (2022). JUSECA: UN JUEGO SERIO PARA LA COMPRESIÓN DE ALGORITMOS. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(1), 5–16.
<https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i1.8465>
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., & Borgatto, A. F. (2018). MEEGA+, Systematic Model to Evaluate Educational Games. En *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (pp. 1–7). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_214-1
- Ros, M. D. L. S., & Menéndez Estela D' Angelo. (2016). *Pensamiento y lenguaje matemático en el contexto de educación infantil: un acercamiento interpretativo*.
- Silva-Cañaveral, S. J. (2016). La investigación-creación en el contexto de la formación doctoral en diseño y creación en Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 7(1), 49–61.
<https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n1.2016.5601>
- Simon, H. (1996). *The Sciences of the Artificial* (Third edition). The MIT Press.
- Stone Wiske, M. (2003). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Paidós.