



Datos a la Mano: modelo conceptual de datos inclusivo en escuelas con infraestructura tecnológica limitada

Data at Hand: Inclusive Conceptual Data Modeling in Schools with Limited Technological Infrastructure

Marcos Noriyuki Miyata¹, Leticia Lopes Leite²

Tipo de Artículo: Investigación.

Recibido: 15/09/2025. **Aprobado:** 20/10/2025. **Publicado:** 11/12/2025

Resumen: Este artículo presenta el recurso educativo desconectado *Dados em Mãos* ("Datos en Mano"), diseñado para apoyar la enseñanza del modelado conceptual de datos en la educación básica. El material permite que los estudiantes trabajen con conceptos abstractos de forma tangible y significativa, especialmente en contextos con infraestructura tecnológica limitada. Basado en el Diagrama Entidad-Relación (DER), la Computación Desconectada, el Arco de Maguerez y la Teoría del Aprendizaje Significativo, el recurso promueve el pensamiento computacional y el acceso equitativo al conocimiento. Mediante piezas magnéticas reutilizables y una guía pedagógica, promueve el aprendizaje activo y la resolución colaborativa de problemas, alineado con el currículo nacional de

informática de Brasil (BNCC). El artículo describe los fundamentos teóricos, el proceso de diseño y la retroalimentación inicial de los docentes. Las aplicaciones preliminares en seminarios y visitas a escuelas técnicas demostraron el potencial del enfoque para involucrar a los estudiantes, estimular el debate en grupo y hacer más accesibles los conceptos abstractos de datos. El trabajo futuro se centrará en estudios sistemáticos en el aula para evaluar el impacto del recurso en los resultados de aprendizaje y perfeccionar su diseño con base en la retroalimentación de docentes y estudiantes.

Palabras clave: Modelado conceptual de datos; Educación básica; Computación desconectada.

¹ Autor correspondiente: Marcos Noriyuki Miyata. Filiación institucional: Universidade de Brasília. País: Brasil, Ciudad: Brasília. Correo electrónico: marcos.noriyuki.miyata@gmail.com ORCID: 0009-0007-6440-2083

² Autor correspondiente: Leticia Lopes Leite. Filiación institucional Universidade de Brasília. País: Brasil, Ciudad: Brasília. Correo electrónico: lllleite@unb.br ORCID: 0000-0002-0576-5702

Abstract: This article presents the unplugged educational resource *Dados em Mãos* ("Data in Hand"), designed to support teaching conceptual data modeling in basic education. The material allows students to work with abstract concepts in a tangible and meaningful way, particularly in contexts with limited technological infrastructure. Grounded in the Entity-Relationship Diagram (ERD), Unplugged Computing, the Arco de Maguerez and Meaningful Learning Theory, the resource promotes computational thinking and equitable access to knowledge. Through reusable magnetic pieces and a pedagogical guide, it supports active learning and collaborative problem-solving aligned with Brazil's national computing curriculum (BNCC). The article describes the theoretical foundations, design process, and initial user feedback from teachers. Preliminary applications in seminars and visits to technical schools demonstrated the potential of the approach to engage students, stimulate group discussions, and make abstract data concepts more accessible. Future work will focus on systematic classroom studies to assess the impact of the resource on learning outcomes and to refine its design based on teacher and student feedback.

Keywords: Conceptual Data Modeling; Basic Education; Unplugged Computing

I. Introducción

En un escenario donde la falta de infraestructura tecnológica sigue siendo uno de los principales obstáculos para la equidad educativa en Brasil, el material *Dados em Mãos*, traducido al español como "Datos a la Mano", surge como una solución innovadora y accesible para enseñar computación en contextos con recursos limitados. Su objetivo es hacer posible el aprendizaje de conceptos abstractos de modelado de datos en escuelas que no cuentan con computadoras, internet ni laboratorios digitales.

Según el Anuario de la Educación Básica 2024, apenas el 30,4 % de las escuelas públicas brasileñas disponen de internet con velocidad adecuada, y solo el 44,7 % ofrece computadoras de escritorio para uso de los estudiantes [1]. A esto se suma

que menos del 30 % cuenta con laboratorios de informática y que únicamente el 32 % de las instituciones de educación infantil dispone de biblioteca o sala de lectura [1].

Frente a esta realidad, "Datos a la Mano" propone una alternativa concreta y eficaz. Utilizando únicamente materiales físicos reutilizables, el recurso permite a los estudiantes comprender la estructura de datos a partir de la enseñanza del modelo conceptual basado en el Diagrama Entidad-Relación (DER) propuesto por Peter Chen [2]. De esta forma, conceptos complejos pueden trabajarse en aulas sin acceso a tecnología digital, fomentando el aprendizaje mediante el contacto directo, la colaboración y la manipulación concreta.

El recurso también responde a las directrices de la BNCC de Computación (Base Nacional Comum Curricular, currículo brasileño para el área de computación), que establece como obligatoria la enseñanza de la computación en la educación básica brasileña, incluyendo temas como pensamiento computacional y la organización estructurada de información [3]. Sin embargo, cumplir esta norma en escuelas sin conectividad exige materiales didácticos adaptados a esa realidad, como el que aquí se presenta.

El kit incluye dos componentes principales: un conjunto de figuras móviles imantadas, diseñadas para su uso en pizarras metálicas, y un Manual del Profesor que orienta el empleo pedagógico del material a través de actividades guiadas. Las propuestas promueven la creación de modelos propios por parte del alumnado y trabajan habilidades como la abstracción, el análisis y el razonamiento lógico desde una perspectiva contextualizada.

Además, el manual vincula la enseñanza del modelado de datos con temas de relevancia social, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU [4], lo que permite integrar la computación en proyectos interdisciplinarios y comprometidos con el entorno.

En resumen, "Datos a la Mano" no es solo un material de apoyo técnico: constituye una estrategia

pedagógica inclusiva que, al utilizar recursos simples y accesibles, abre nuevas posibilidades para la enseñanza de la computación en comunidades marginadas por la brecha digital. En la Tabla 1 se presenta un resumen de los contenidos del kit propuesto.

Tabla 1. Resumen de los contenidos del Kit “Datos a la Mano”.

Ítem	Descripción
Piezas reutilizables	Conjunto de imanes (rombo, rectángulo, y elipse)
Manual del Profesor	Guía pedagógica con actividades propuestas

Nota: fuente elaboración propia.

II. Fundamentación teórica

El material didáctico debe ser comprendido como una “mediación entre el conocimiento y el estudiante”, y su uso debe estar guiado por una intención pedagógica clara [5]. Esto significa que, aunque esté cuidadosamente diseñado, el material constituye solo un recurso de apoyo que, por sí solo, no garantiza la calidad del aprendizaje ni de la enseñanza [5].

Por lo tanto, no debe concebirse como punto de partida ni de llegada en el proceso educativo, sino como una herramienta que facilite la comprensión y la aplicación de conceptos complejos. En este sentido, el rol del docente es esencial: debe adoptar una postura activa en la mediación del conocimiento y utilizando el material como soporte para orientar a los estudiantes a lo largo de su trayectoria de aprendizaje [5].

La participación docente en el uso de materiales es fundamental, ya que recae en él la responsabilidad de evaluar si el recurso es pertinente en relación con los objetivos de aprendizaje, si responde a las capacidades cognitivas, afectivas y psicomotoras del grupo, y si se ajusta a las necesidades y contextos específicos de sus estudiantes [5].

El material “Datos a la Mano” se sustenta en esta perspectiva. Aunque fue concebido para promo-

ver cierto grado de autonomía en el trabajo del alumnado, su implementación efectiva requiere una mediación docente activa. El Manual de Profesor ofrece orientaciones claras para la aplicación de las actividades, su adaptación a distintas realidades escolares y la evaluación de los aprendizajes. La propuesta no pretende que los estudiantes utilicen el material de forma aislada, sino que lo integren en un proceso reflexivo, guiado y contextualizado de enseñanza-aprendizaje.

A partir de esa base pedagógica, el diseño del contenido y de la forma del recurso se fundamenta en tres marcos teóricos específicos: el Modelo Conceptual de Datos, la Computación Desconectada [6] y el Arco de Maguerz [7]. Cada uno de estos aportes contribuye a que el material promueva un aprendizaje significativo, contextualizado, colaborativo y accesible para todos los estudiantes. A continuación, se describen estos fundamentos y su aplicación en el contexto del recurso “Datos a la Mano”.

2.1 Modelo conceptual de datos

Bernard Thalheim [8] propone una definición ampliada del concepto de “modelo” como un instrumento bien formado, adecuado y confiable, que representa realidades y opera dentro de contextos de utilización específicos. Esta definición es aplicable a diversas disciplinas, incluidas la ciencia de datos, la ingeniería y la computación.

Un modelo bien formado está estructurado de manera coherente y sigue las reglas de la disciplina. Su adecuación se refiere a su capacidad de representar con eficacia el fenómeno estudiado, mientras que la confiabilidad implica que el modelo puede utilizarse con seguridad en distintos contextos.

Otro aporte importante de Thalheim es la distinción entre modelos en general y modelos conceptuales [8]. Según él, no todo modelo es conceptual: un modelo conceptual es aquel que integra explícitamente conceptos en su estructura. En este punto, Hannu Kangassalo, en un artículo [9] redactado con anterioridad a la definición de “modelo” de Thalheim, presenta una comprensión más profunda del

papel de los conceptos en el modelo, diferenciando entre “información instancial” e “información conceptual”.

La información instancial se basa en hechos y eventos reales. Tiene un origen físico y puede ser considerada “verdadera” en el sentido de que se refiere a algo que efectivamente ocurrió. Este tipo de información nos permite observar y registrar detalles concretos de una instancia de la realidad.

Por otro lado, la información conceptual describe estructuras de conocimiento que organizan y representan ideas abstractas. No se limita a reflejar la realidad observable, sino que puede incluir elementos contruidos a partir del razonamiento individual, la comunicación social, la idealización o la abstracción.

Kangassalo enfatiza que ambas formas de información deben ser consistentes entre sí, y que la conceptualización es un proceso cognitivo esencial en la construcción del conocimiento [9]. En este sentido, la “conceptualización”, retomando a Thalheim, cumple un rol central en la creación de modelos: implica identificar y definir los conceptos clave que estructuran y organizan la información de forma útil y comprensible para sus usuarios [8]. Además, el modelo conceptual puede desempeñar múltiples funciones: documentación, negociación, aprendizaje, comunicación, explicación, descubrimiento, inspiración, modernización, reflexión y transmisión de experiencia [8].

A lo largo de la historia de la computación, han surgido diversas técnicas para el modelo conceptual de datos, tales como diagramas, lenguajes formales y notaciones gráficas. Entre ellas, el trabajo de Peter Chen se destaca como uno de los más influyentes.

En 1976, Chen propuso el DER [2] como herramienta para representar de forma visual y estructurada las entidades (objetos del mundo real), sus atributos (características) y las relaciones entre ellas. A pesar del tiempo transcurrido, el DER sigue siendo ampliamente utilizado por su notación gráfica intuitiva, su formalización rigurosa, su independencia de plataforma y su capacidad para representar jerarquías mediante generalización y especialización [2].

El modelo conceptual de datos —y, en particular, el uso del DER— es fundamental para el desarrollo de sistemas de información y bases de datos. No obstante, su valor educativo trasciende el aspecto técnico: fomenta habilidades cognitivas clave, alineadas con la BNCC de la Computación, que recomienda la enseñanza de técnicas para la organización y representación estructurada de datos desde la educación básica.

En este marco, el DER se presenta como una herramienta didáctica valiosa para el desarrollo de competencias como la “abstracción”, al permitir la representación visual de entidades, atributos y relaciones; el “análisis”, mediante la identificación de conexiones entre distintos elementos del sistema; la “síntesis”, a través de la construcción de esquemas que condensan información esencial; y el “razonamiento lógico”, al aplicar reglas consistentes para estructurar datos.

Estas habilidades, señaladas en la BNCC de la Computación como esenciales, pueden desarrollarse de manera más intuitiva mediante el modelo visual, incluso entre estudiantes sin experiencia previa en programación o conceptos técnicos. De este modo, el uso del DER en contextos educativos contribuye no solo a la formación técnica, sino también al fortalecimiento del pensamiento computacional y del aprendizaje significativo desde etapas iniciales de la escolarización.

2.2 Computación desconectada

En muchos entornos escolares de Brasil, la falta de acceso a computadoras y dispositivos digitales constituye una barrera significativa para la enseñanza de la computación [10]. Según datos del reporte “ICT Kids Online Brazil Survey 2024”, apenas 51 % de los niños y adolescentes de 9 a 17 años acceden a Internet en la escuela, y esta cifra varía considerablemente según la edad: solo el 13 % de los niños de 9 a 10 años, el 61 % de los de 13 a 14 años y el 81% de los adolescentes de 15 a 17 años reportan haber utilizado Internet en el entorno escolar [11]. Esto indica que, a medida que los estudiantes crecen, el acceso a la tecnología en la escuela se vuelve más común,

pero aún existen brechas significativas en las etapas iniciales de la educación.

En este contexto, la Computación Desconectada se consolida como una estrategia pedagógica valiosa para democratizar el acceso al conocimiento y desarrollar el pensamiento computacional desde las primeras etapas de la educación. Además, la Computación Desconectada se alinea estrechamente con los principios de la BNCC de la Computación [12].

Más que una solución de emergencia ante la falta de recursos, esta metodología se basa en el uso de actividades físicas, juegos y representaciones visuales para explorar conceptos abstractos de la computación de forma tangible, lúdica y significativa [12]. Este enfoque no solo se adapta a diferentes niveles de escolaridad, sino que también favorece la participación activa del estudiantado, el desarrollo del razonamiento lógico y la comprensión de estructuras complejas sin depender de herramientas digitales, destacando que la Computación Desconectada está alineada con los principios de la BNCC de la Computación [13].

El material "Datos a la Mano" se inspira en este enfoque para ofrecer una experiencia de aprendizaje accesible, centrada en la manipulación de piezas físicas que representan entidades, atributos y relaciones. Sin embargo, su propuesta va más allá del uso de recursos concretos: se trata de una herramienta didáctica diseñada para favorecer la apropiación efectiva de conceptos clave de modelo del modelo de datos, especialmente en contextos donde la enseñanza suele centrarse en la memorización de definiciones técnicas.

Según la perspectiva del "aprendizaje profundo", los estudiantes no deben limitarse a memorizar y reproducir información sin comprenderla (*surface-level processing*), sino que deben atribuir significado al contenido (*deep-level processing*), relacionándolo con sus propias experiencias y elaborando activamente modelos mentales [14,15]. Esto implica que, al interactuar con los elementos de modelo conceptual y aplicarlos en las actividades propuestas por "Datos a la Mano", los estudiantes no solo organizan datos, sino que construyen sig-

nificados a partir de ellos, al tiempo que abstraen información y desarrollan una comprensión más sólida del problema que están modelando.

La manipulación no puede entenderse como un fin en sí misma, sino como un medio para facilitar la asimilación de formas y términos de manera más concreta [16]. Para que la experiencia táctil sea efectiva en la promoción de aprendizajes conceptuales o abstractos, debe estar directamente vinculada con objetivos de uso presentados anteriormente [16]. Por esta razón, "Datos a la Mano" incorpora un Manual del Profesor que propone actividades mediante las cuales los conceptos se introducen de forma gradual, permitiendo modelar situaciones-problema cada vez más complejas. Al orientar el uso del material físico en tareas prácticas, el conocimiento factual asociado a los conceptos representados en las piezas puede ser incorporado de manera más profunda y significativa.

En resumen, el aprendizaje con piezas físicas no se reduce a la memorización de términos, sino que se transforma en un proceso activo de construcción de significados. Su uso como medio de acceso a conceptos abstractos fortalece la comprensión y promueve la equidad educativa. En lugar de exigir que los estudiantes se adapten desde el inicio a estructuras complejas, el recurso adapta el conocimiento a su realidad, ofreciendo un puente accesible entre lo concreto y lo conceptual.

2.3 Arco de Maguerez

El Arco de Maguerez, fundamentado en una perspectiva pedagógica inspirada en Paulo Freire, propone una secuencia de cinco etapas que orientan la acción educativa: observación de la realidad, identificación de puntos clave, teorización, formulación de hipótesis de solución y aplicación a la realidad [7]. Este enfoque parte de situaciones concretas vividas por los estudiantes y promueve una comprensión profunda de los contenidos al vincular la teoría y práctica, además de fomentar el pensamiento crítico.

En el contexto de la enseñanza del modelo conceptual de datos, esta metodología resulta especialmente pertinente. A través de sus etapas, los estudiantes pueden identificar problemas reales, analizar sus componentes, reconocer entidades, atributos y relaciones, y representar estas estructuras mediante modelos de datos.

El Manual de Profesor que acompaña al material “Datos a la Mano” se inspira en esta lógica pedagógica. Las actividades propuestas invitan a los estudiantes a observar su entorno, formular explicaciones y aplicar el conocimiento adquirido en situaciones concretas. De esta manera, se fortalece el protagonismo del alumnado en el proceso de construcción del saber, alineando la propuesta con una educación activa, contextualizada y transformadora.

III. Diseño de material

El diseño del material “Datos a la Mano” no responde a una lógica meramente instrumental, sino que se fundamenta en una concepción pedagógica orientada a promover un aprendizaje activo y colectivo. Su desarrollo partió de una pregunta central: ¿cómo posibilitar que estudiantes con escaso o nulo contacto con la computación sean capaces de representar, estructurar y comprender datos de forma significativa?

Además de las consideraciones pedagógicas, el diseño del material también enfrenta desafíos prácticos. En Brasil, muchas escuelas carecen de infraestructura tecnológica adecuada, lo que dificulta el uso de herramientas digitales para la enseñanza de la computación. En este escenario, resulta fundamental desarrollar recursos de bajo costo que puedan ser implementados en aulas con recursos limitados y que no dependan del uso de computadoras ni de conexión a internet.

Con el objetivo de responder a esta necesidad, se desarrolló un recurso didáctico que no solo facilita la enseñanza del modelo conceptual de datos, sino que también promueve la participación activa y el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes. El

material fue concebido con dos componentes principales. El primero consiste en un conjunto de piezas móviles elaboradas con imán flexible y superficie borrable (ver Fig. 1). Estas piezas representan los elementos esenciales del DER: entidades, atributos y relaciones. La elección de materiales ligeros, resistentes y fácilmente manipulables busca favorecer el trabajo colaborativo en mesas o pizarras metálicas, propiciando un aprendizaje activo, táctil y visual.

Figura 1. Detalle de una pieza borrable que representa una entidad. Las piezas permiten escribir con marcador de pizarra blanca y son reutilizables, lo que favorece la experimentación y la corrección durante las actividades de modelado

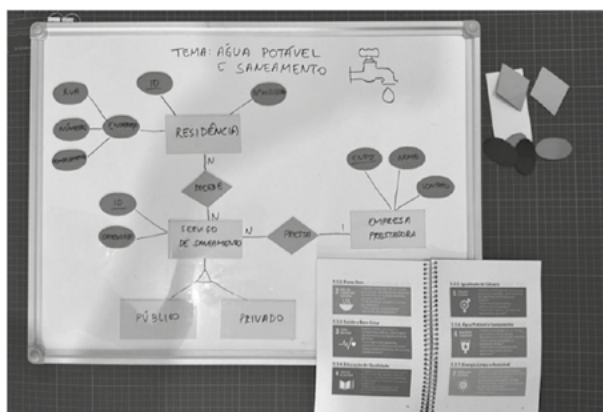


Nota: fuente elaboración propia.

El segundo componente es el Manual del Profesor, un cuadernillo impreso en formato A5 que orienta el uso del material. No se trata de una simple colección de actividades, sino de una herramienta de acompañamiento docente que articula teoría, práctica y contexto. El manual se organiza en siete capítulos, que abarcan desde la introducción al modelo conceptual hasta propuestas de proyectos integradores basados en problemáticas reales, como los ODS propuestos por la ONU [17].

Una decisión de diseño central fue concebir el recurso como un medio de representación dialógica. Las figuras no tienen un uso rígido ni se presentan como piezas de un rompecabezas con solución única. Por el contrario, pueden combinarse, reorganizarse y resignificarse según los desafíos planteados en clase (ver Fig. 2). Esa apertura permite que el material se adapte a distintas realidades educativas y fomente la creación de modelos propios por parte de los estudiantes.

Figura 2. Ejemplo de aplicación práctica del material. La actividad aborda el tema “Agua Potable y Saneamiento” en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los estudiantes representan entidades, atributos y relaciones en una pizarra blanca metálica, utilizando las piezas del kit



Nota: fuente elaboración propia.

Durante las actividades, el uso compartido del tablero magnético se convierte en un espacio simbólico de diálogo y construcción colectiva. Al mover, conectar y justificar la posición de cada pieza, los estudiantes se enfrentan al desafío de traducir situaciones del mundo real en estructuras lógicas. Este proceso refuerza no solo habilidades técnicas, como la abstracción y el análisis, sino también habilidades sociales, tales como la argumentación, la negociación y la colaboración.

Así, el diseño del material no solo busca representar datos, sino también crear condiciones para que más personas puedan acceder a los lenguajes estructurales de la computación, en sus propios términos y desde sus propias realidades.

IV. Manual del profesor

El “Manual del Profesor” que acompaña al material “Datos a la Mano” fue concebido como una extensión pedagógica del propio recurso. Más que un instructivo técnico, constituye una herramienta de formación docente que busca fortalecer la capacidad del profesorado para mediar el aprendizaje de conceptos complejos del modelo conceptual de datos, incluso en contextos de alta diversidad y con escasos recursos tecnológicos.

El manual se estructura en siete capítulos (ver Tabla 2) y ofrece un recorrido gradual desde los fundamentos teóricos de la modelación de datos hasta la implementación de proyectos contextualizados. Esta organización no solo responde a una lógica didáctica progresiva, sino que también refleja una visión crítica del rol docente: el profesor no es un transmisor pasivo de contenidos, sino un agente activo que interpreta, adapta y resignifica el material en diálogo con su grupo [5].

En sus primeros capítulos, el manual ofrece bases teóricas claras para que los profesores comprendan el valor del modelo conceptual como herramienta de organización del conocimiento. Se introducen conceptos clave, como entidades, atributos, relaciones y cardinalidad, siempre acompañados de ejemplos cercanos a la vida cotidiana de los estudiantes. Este enfoque de teoría y práctica busca romper con la abstracción técnica que, muchas veces, aleja la computación del contexto escolar y de los saberes previos del alumnado [18].

Una sección especialmente significativa del manual está dedicada a la adaptación del Arco de Maguez como metodología para la enseñanza del modelo. Este enfoque, inspirado en la pedagogía de Paulo Freire, parte de la observación de problemas reales y promueve una conexión crítica entre teoría y práctica [7]. Al incorporar esta lógica, el material asume que aprender a modelar datos no es solo un ejercicio formal, sino también un acto de lectura del mundo: los estudiantes son invitados a observar su entorno (una escuela, una comunidad, una ONG), identificar las estructuras de información

presentes y proponer representaciones lógicas de esos escenarios.

Además, el manual articula los contenidos del DER con los ODS, lo que permite abordar la computación como un campo comprometido con la transformación social. Esta vinculación no solo enriquece los proyectos propuestos, sino que también legitima la computación como parte de una educación integral, sensible a los grandes desafíos contemporáneos.

Al final de cada capítulo, se ofrecen orientaciones abiertas, invitaciones a la reflexión y propuestas que pueden adaptarse según las necesidades de cada realidad educativa. Esta flexibilidad busca empoderar al profesorado, no imponerle una receta. En suma, la guía docente no se limita a enseñar cómo usar el recurso, sino que invita a construir una práctica pedagógica situada, crítica y transformadora a partir del modelo de datos.

Tabla 2. Sumario del Manual del Profesor, adaptada y traducida del portugués

Cap.	Sección / Subtópico	Descripción
1.	Presentación del Kit	Contextualiza el material, presentando su finalidad y cómo hacer más accesible el modelo de datos.
1.1	Introducción	Explica la motivación del kit: reducir la abstracción excesiva de la modelación de datos y motivar a los estudiantes mediante recursos prácticos.
1.2	Público objetivo	Profesores de distintos niveles (básico, técnico y superior). El kit es adaptable a diferentes edades y contextos educativos.
1.3	Objetivos de aprendizaje	Desarrollar habilidades de abstracción, análisis, síntesis y razonamiento lógico, usando ejemplos basados en los ODS.
2.	Preparándose para enseñar Modelado de Datos	Presenta fundamentos teóricos y la conexión con conceptos previos de abstracción, análisis, síntesis y representación.
2.1	Fundamentos del Modelado Conceptual	Explica por qué modelar datos antes de la implementación de un banco, destacando costos, consistencia e integridad.

2.2	Elementos del Modelado Conceptual	Introduce entidades (rectángulos), atributos (elipses) y relaciones (rombos) según la notación de Chen.
3.	Explorando los Subtipos	Profundiza en tipos de entidades, atributos y relaciones con ejemplos contextualizados.
3.1	Subtipos de Entidades	Entidades fuertes y débiles; generalización y especialización con ejemplos de organizaciones sociales.
3.2	Subtipos de Atributos	Atributos simples, compuestos, multivalorados, derivados y claves, con ejemplos de una clínica comunitaria.
3.3	Subtipos de Relaciones	Participación obligatoria/opcional y cardinalidades con ejemplos de contextos escolares.
4.	Actividades Prácticas	Ejercicios con tres niveles de dificultad (fácil, medio, difícil) y síntesis final de progresión.
4.1	Ejercicios con Entidades	ONG y pozos artesianos: introduce entidades fuertes, débiles y especializaciones.
4.2	Ejercicios con Atributos	Familias en vulnerabilidad: atributos simples, compuestos, multivalorados, derivados y claves.
4.3	Ejercicios con Relaciones	ONG con entrenamientos: relaciones N:N, 1:N, y evaluación de participantes.
4.4	Ejercicios con Relaciones	Energía solar: entidades vivienda, proveedor, instalador y mediciones.
5.	Identificando Nuevos Problemas	Aplica el Arco de Maguerez para que los estudiantes modelen basándose en los ODS.
5.1	Más allá de resolver problemas	Estimula el protagonismo estudiantil: identificar problemas del cotidiano.
5.2	El Arco de Maguerez en el Modelado	Etapas: observación, puntos clave, teorización, hipótesis y aplicación a la realidad.
5.3	Sugerencia de Grandes Temáticas	Conecta las actividades con los 17 ODS (pobreza, salud, educación, medio ambiente, etc.).
6.	Conclusión	Reflexiona sobre la importancia de la creatividad y la colaboración en el aprendizaje del modelado.
7.	Referencias	Lista bibliográfica con autores clásicos y los ODS de la ONU.

Nota: fuente elaboración propia.

V. Experiencias iniciales

El desarrollo del material “Datos al Alcance de la Mano” fue guiado no solo por referencias teóricas y normativas, sino también por un compromiso con la escucha activa de los docentes que intervienen en la enseñanza de la computación.

Una de las primeras validaciones públicas del prototipo se realizó durante el “I Seminario de Prácticas Pedagógicas y Formación Docente en Computación” organizado por el Departamento de Ciencia de la Computación de la Universidad de Brasilia (CIC/UnB) en enero de 2025. La propuesta se presentó en formato de stand interactivo, en el que los docentes pudieron experimentar directamente con las piezas imantadas, el tablero de montaje y el manual. Esta estrategia no solo permitió evaluar la usabilidad del recurso, sino también generar conversaciones espontáneas sobre los desafíos cotidianos de enseñar computación en escuelas con realidades muy diversas.

Los relatos recogidos en ese espacio fueron de gran valor. Los docentes que participaron en el evento destacaron la claridad visual del material, su facilidad de uso y, sobre todo, su potencial para promover el aprendizaje colaborativo. Muchos señalaron que el formato físico del recurso —al permitir el movimiento libre de las piezas en una pizarra metálica— facilitaba dinámicas de grupo más participativas y fomentaba el desarrollo del pensamiento lógico de forma lúdica y visual.

Un aspecto recurrentemente valorado fue la posibilidad de integrar los contenidos curriculares de computación con problemas reales, especialmente a través de los proyectos basados en los ODS. Esta conexión se interpretó como una oportunidad para trabajar la computación no como un saber aislado, sino como una herramienta para abordar problemáticas sociales y ambientales relevantes.

En términos logísticos, el material también fue bien recibido. El bajo costo de producción del *kit* —aproximadamente 59 reales brasileños (alrededor de 11 dólares estadounidenses)— se consideró una ventaja frente a otras soluciones didácticas disponibles. Además, se destacó que el manual podría

distribuirse digitalmente, reduciendo aún más los costos y facilitando su replicación en escuelas públicas con recursos limitados.

Estas reacciones no solo confirmaron la pertinencia del recurso, sino que también reforzaron la necesidad de materiales didácticos que reconozcan las condiciones reales de las escuelas que no cuentan con infraestructura tecnológica. La experiencia inicial de validación del material “Datos a la Mano” subrayó la importancia de un enfoque pedagógico que priorice la accesibilidad, la flexibilidad y la conexión con el contexto social y cultural de los estudiantes.

VI. Limitaciones y trabajos futuros

El material “Datos a la Mano” se encuentra aún en una etapa inicial de desarrollo y validación. Aunque las experiencias preliminares han sido positivas —incluyendo presentaciones en seminarios y visitas al Instituto Federal de Brasilia (IFB), en los campus Brasilia y São Sebastião, ambos con programas de Enseñanza Media Técnica en Informática—, se reconoce la necesidad de avanzar hacia estudios de campo más sistemáticos en aulas reales.

Los próximos pasos contemplan la implementación de metodologías mixtas que combinen enfoques cuantitativos y cualitativos para evaluar el impacto del recurso en el aprendizaje de los estudiantes. Inicialmente, se planea realizar un diseño experimental tipo A/B, en el que una clase utilizará el material y otra no, con el objetivo de comparar los resultados de aprendizaje y la participación estudiantil en ambas condiciones.

Los enfoques cuantitativos incluirán la aplicación de pruebas de aprendizaje pre y post, el análisis de los modelos producidos por los estudiantes y métricas de desempeño. Por otro lado, los enfoques cualitativos abarcarán entrevistas con docentes y alumnos, observaciones participantes y análisis de las dinámicas de colaboración en el aula. Las hipótesis a evaluar incluyen mejoras en la comprensión de los conceptos de modelado de datos, así como un aumento en la motivación y la calidad de las producciones de los estudiantes. Asimismo, las entrevistas con los alumnos serán esenciales para

comprender sus percepciones sobre la utilidad y facilidad de uso del material, así como para identificar posibles dificultades o resistencias.

Los docentes consultados expresaron interés en utilizar el material, pero también señalaron la necesidad de disponer de tiempo, formación y acompañamiento pedagógico para integrarlo de manera significativa en sus prácticas. Como suele ocurrir con la introducción de nuevas metodologías, es posible que exista cierta resistencia al cambio, especialmente en contextos donde las rutinas de enseñanza ya están consolidadas.

Por ello, los trabajos futuros incluyen no solo la validación empírica en diferentes contextos escolares, sino también el diseño de un programa de capacitación docente. Este programa deberá abarcar tanto el uso técnico del recurso como estrategias pedagógicas para su integración curricular, además de promover espacios de intercambio de experiencias entre los profesores que adopten el material.

De esta manera, se busca garantizar que “Datos a la Mano” no solo sea una herramienta accesible, sino también efectiva y sostenible en el fortalecimiento del pensamiento computacional y del aprendizaje significativo, en coherencia con las directrices de la BNCC de Computación y con proyectos interdisciplinarios vinculados a los ODS.

VII. Consideraciones y proyecciones

En Brasil, la enseñanza de la computación en la educación básica enfrenta desafíos significativos. Más allá del acceso a tecnologías, el verdadero obstáculo está en garantizar que todos los estudiantes —sin importar su contexto— tengan oportunidades reales de desarrollar habilidades como el pensamiento computacional, la organización estructurada de la información y la capacidad de abstraer, modelar y resolver problemas. La BNCC de la Computación, en el caso de Brasil, formaliza estas expectativas, pero su implementación efectiva requiere recursos, formación docente y metodologías adaptadas a las realidades escolares.

Un análisis de la infraestructura tecnológica en las escuelas públicas de Brasil revela importantes desafíos. Aunque el 88,6% de las escuelas tiene acceso a internet, solo el 30,4% reporta tener una velocidad adecuada [1]. Además, el uso pedagógico de la red es limitado: apenas el 62,1% de las escuelas utiliza internet para el aprendizaje y solo el 39,2% ofrece acceso directo a los estudiantes [1]. En cuanto a los equipos, los proyectores multimedia están presentes en el 61,4% de las instituciones, mientras que el acceso a computadoras se divide entre equipos de escritorio (44,7%) y portátiles (38,1%) [1]. Las tecnologías menos comunes son las tabletas (15,7%) y las pizarras digitales (14,6%) [1].

En este contexto, “Datos a la Mano” se presenta no solo como un recurso didáctico concreto, sino como una propuesta político-pedagógica que busca ampliar el acceso al conocimiento computacional desde una perspectiva inclusiva, crítica y situada. Al partir de materiales físicos, reutilizables y colaborativos, el recurso rompe con la idea de que enseñar computación depende necesariamente de laboratorios informatizados, y propone una forma alternativa de introducir conceptos complejos a través del tacto, la visión y la experiencia compartida. Más allá de su dimensión técnica, el material se compromete con la formación integral del profesorado, proporcionando un manual que no prescribe recetas, sino que invita a interpretar y adaptar el recurso desde la propia realidad docente.

Los primeros retornos obtenidos a partir de experiencias en seminarios y espacios educativos indican que existe una demanda concreta por materiales de este tipo: accesibles, adaptables y significativos. En esa dirección, los próximos pasos del proyecto incluyen la realización de estudios de campo en aulas de educación media técnica, con metodologías mixtas que combinan observación, entrevistas, análisis de modelos producidos por los alumnos y evaluación de la apropiación conceptual.

En suma, “Datos a la Mano” no es solo un recurso didáctico, sino una invitación a repensar la enseñanza de la computación desde una perspectiva inclusiva y contextualizada. Al ofrecer herramientas concretas para el modelo conceptual de datos, busca forta-

lecer tanto a estudiantes como a docentes en su proceso de aprendizaje, promoviendo un acceso equitativo al conocimiento computacional en Brasil.

VIII. Referencias

- [1] Todos Pela Educação, *Anuário Brasileiro da Educação Básica 2024*. 2024.
- [2] P.-S. Chen, "The entity-relationship model—toward a unified view of data," *ACM Trans. Database Syst. (TODS)*, vol. 1, pp. 9–36, Mar. 1976.
- [3] Brasil, *Computação: complemento à BNCC*. 2022.
- [4] Organização das Nações Unidas, *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. 2015.
- [5] O. Freitas, *Equipamentos e Materiais Didáticos*. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2007.
- [6] T. Bell, J. Alexander, I. Freeman, and M. Grimley, "Computer Science Unplugged: school students doing real computing without computers," *New Zealand J. Appl. Comput. Inf. Technol.*, vol. 13, pp. 20–29, 2009.
- [7] J. D. Bordenave and A. M. Pereira, *Estratégias de ensino-aprendizagem*, 33rd ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2015.
- [8] B. Thalheim, "Conceptual Models and Their Foundations," in *Model and Data Engineering*, K.-D. Schewe and N. K. Singh, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 123–139.
- [9] H. Kangassalo, "Approaches to the Active Conceptual Modelling of Learning," in *Active Conceptual Modeling of Learning*, P. P. Chen and L. Y. Wong, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 168–193.
- [10] C. P. Brackmann, "Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica," Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.
- [11] Brazilian Network Information Center (NIC.br), for Studies on the Development of the Information Society (Cetic.br) RC, *ICT Kids Online Brazil Survey 2024 – Executive Summary*. 2024.
- [12] L. Rodrigues, A. M. Toda, W. Oliveira, et al., "Gamification works, but how and to whom? An experimental study in the context of programming lessons," in *Proc. 52nd ACM Tech. Symp. Computer Science Education*, 2021, pp. 184–190.
- [13] J. S. Filho, M. L. Filho, and M. Fernandez, "Systematic Literature Review on Unplugged Computing in Basic Education," in *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024, pp. 2051–2063.
- [14] F. Marton and R. Säljö, "On Qualitative Differences in Learning: I—Outcome and Process," *Br. J. Educ. Psychol.*, vol. 46, pp. 4–11, Feb. 1976.
- [15] F. Marton and R. Säljö, "On Qualitative Differences in Learning: II—Outcome as a Function of the Learner's Conception of the Task," *Br. J. Educ. Psychol.*, vol. 46, pp. 115–127, jun. 1976.
- [16] M. Novak and S. Schwan, "Does Touching Real Objects Affect Learning?," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 33, pp. 637–665, Mar. 2021.
- [17] U. Nations, *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. 2015.
- [18] D. P. Ausubel, *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.