

Uso de rutas de aprendizaje a través de un ecosistema digital para apoyar a niños con problemas de aprendizaje en matemáticas básicas

Héctor Cardona-Reyes, Miguel Ángel Ortiz-Esparza, Jaime Muñoz-Arteaga

Title— Use of Learning Paths Through a Digital Ecosystem to Support Children with Learning Problems in Basic Math

Abstract— Nowadays, technology is present in any human activity. In education a central problem is the large amount of educational resources available on the web, these resources need to be organized and evaluated for their best use in a specific way in order to be used by children with learning disabilities, this through user profiles that help an adequate delivery. Each of these children belongs to learning communities within an inclusive digital ecosystem that generates time optimization for the acquisition of basic math skills. This work aims to bring technology closer to improve the knowledge of children with learning disabilities in basic mathematics through the use of learning paths, which help to guide the teacher in the needs of children. A series of resources are proposed in an orderly and progressive manner that help to mitigate the problems presented according to the profile of each student, each of these learning paths are based on workflows in order to deliver resources through services. This paper presents a case study in an elementary school in Mexico and finally the results obtained from the evaluation of the case study.

Index Terms— Learning Paths, Basic Mathematics, Educational Resources, Inclusive Digital Ecosystem.

I. INTRODUCCIÓN

Se puede decir que la educación básica es la más importante que recibe un individuo (niño) ya que es la que le permite obtener los conocimientos elementales a partir de los cuales puede profundizar su sentido intelectual y racional [1]. La educación básica forma parte de lo que se conoce como educación formal, es decir, un tipo de educación que se organiza en niveles o etapas, que tiene objetivos claros y que se imparte en instituciones especialmente designadas (escuelas, colegios, institutos).

La educación es el motor que mueve las economías de un mundo tan competitivo. Así, un país con altos niveles de educación entre su población tiene mayores expectativas en

el desarrollo económico, político y social.

Sin embargo, algunos de los problemas en la impartición de conocimientos en América Latina se basan en la alfabetización y las habilidades matemáticas [2], esto afecta tanto a las personas con un aprendizaje regular como a las que tienen dificultades de aprendizaje ya sea por un problema cognitivo o un trastorno emocional.

Según la UNESCO [3], las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación, a la igualdad en la educación, al ejercicio de la docencia y al aprendizaje de calidad. Por ello, teniendo en cuenta las recomendaciones de la UNESCO, se han llevado a cabo acciones sobre el uso de las tecnologías de la información, consolidándose como una herramienta esencial en los ámbitos de la formación educativa, ya que la tecnología avanza y se afianza como herramienta de aprendizaje, transformando constantemente las formas de enseñar la educación.

Actualmente, algunos trabajos ayudan a distribuir recursos educativos para niños con problemas de aprendizaje como [4] que ayudan a reforzar la teoría de la importancia de las tecnologías como herramientas para ayudar a los niños en la escuela a formar su educación básica, sin embargo, los trabajos anteriores hablan de las formas generales del ecosistema y cómo se organizan. Este trabajo pretende mostrar una parte específica y central de la entrega de recursos educativos, es por ello que este trabajo se enfoca en el "Modelado del conocimiento" que es básicamente como se construyen los flujos de trabajo y las rutas de aprendizaje para la entrega específica de recursos de acuerdo a los perfiles de usuarios de los niños con problemas de aprendizaje, esto lo realiza con el apoyo de expertos en áreas de educación especial, trabajadores sociales, psicólogos, entre otros.

Un problema notorio [2] es la necesidad de recursos educativos que ayuden a los niños a mejorar sus calificaciones escolares, además de esto existe la necesidad de recursos y asistencia técnica que requieren los maestros. Así, la tecnología puede ayudar a resolver los problemas de aprendizaje que tienen las comunidades, organizando, evaluando y analizando los recursos educativos para el mejor uso de los individuos, apoyados por el conocimiento de un equipo multidisciplinario, y la retroalimentación que las comunidades proporcionan después de consumir esos recursos educativos.

Los ecosistemas digitales son un campo de investigación

Héctor Cardona-Reyes forma parte del CONACYT, CIMAT Zacatecas, Mexico. (e-mail: hector.cardona@cimat.mx). ORCID (0000-0002-9626-6254)

Miguel Ángel Ortiz-Esparza forma parte de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México. (Corresponding author: e-mail: ing.miguel.o.e@gmail.com). ORCID (0000-0001-8762-5780)

Jaime Muñoz-Arteaga forma parte de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México (e-mail: jaime.munoz@edu.uaa.mx). ORCID (0000-0002-3635-7592)

emergente. El área de investigación de los ecosistemas digitales tiene como objetivo desarrollar los paradigmas de las TIC necesarios para apoyar el surgimiento y la sostenibilidad de las redes basadas en el conocimiento y promover el crecimiento, mejorar la innovación, la productividad y la inclusión social, a través del uso óptimo de los recursos locales [4].

Desde la perspectiva de la ingeniería del software, los ecosistemas pueden estructurarse bajo una arquitectura, ofreciendo servicios y recursos. Para ellos, se requieren modelos de procesos de desarrollo de software de las diferentes comunidades de usuarios a las que se quiere dar servicio [4]. Por sí misma, la ingeniería del software no genera resultados beneficiosos para los niños, pero unida a la tecnología educativa [5], el uso y la interacción con estas herramientas proporcionan una mejora para los niños con problemas de aprendizaje [6].

La educación inclusiva es un modelo educativo que busca satisfacer las necesidades de aprendizaje de todos los niños, jóvenes y adultos, con especial énfasis en aquellos que son vulnerables a la marginación y la exclusión social [1]. La educación inclusiva es considerada como un proceso que considera y responde a las diversas necesidades asociadas a la discapacidad y al entorno, pero no exclusivamente a ellas. Esto implica que las escuelas deben reconocer y responder a las diversas necesidades de los alumnos sin distinción de raza, fe o condición social y cultural.

El presente trabajo se estructura en un apartado de introducción a los conceptos generales como educación básica e inclusiva, problemas de aprendizaje, ecosistemas digitales. En la sección dos se describe el problema que se pretende atender. En la sección tres se describe la contribución de este trabajo. La sección cuatro muestra un caso de estudio en el que se presenta un modelo de ecosistema digital inclusivo como propuesta para resolver los problemas presentados. La sección cinco presenta los resultados obtenidos y por último una sección de conclusiones y trabajo futuro es presentada.

II. PROBLEMÁTICA

Un problema que se encuentra en la gran cantidad de recursos que existen en la red, que a su vez consiste en la clasificación y distribución de los recursos de manera específica, de acuerdo con el perfil del usuario que requiere los recursos, por lo que un ecosistema digital basado en fundamentos de ingeniería de software puede ayudar a resolver el problema que tiene cada niño.

Por otro lado, el principal problema se encuentra en la implementación del mencionado ecosistema digital [4], específicamente en el momento en que el profesor de apoyo, así como el profesor de educación regular, presentan demasiados problemas cuando se disponen a entregar recursos educativos digitales a uno o varios niños con problemas de aprendizaje, esto se debe a la gran cantidad de recursos que existen en la web tanto en repositorios públicos como privados, por lo tanto el problema es la construcción de los paquetes de recursos educativos necesarios para mitigar un problema específicamente, y el orden en que deben ser entregados para que tengan un alto impacto en la solución del problema presentado.

Además del problema principal presentado anteriormente,

existen los siguientes problemas a considerar:

- Existen altos índices de fracaso en el nivel de educación básica en las competencias de lectura, escritura y matemáticas [7][8].
- Problemas de disponibilidad y acceso a los contenidos educativos básicos necesarios para el profesor, para trabajar con niños con problemas de aprendizaje [2].
- Falta de formación continua hacia el profesor en el uso de herramientas tecnológicas [9].
- Ausencia de medios de difusión para informar y aplicar los modelos educativos actuales [9].
- Falta de inclusión de nuevos enfoques pedagógicos, apropiados para la enseñanza básica inclusiva orientada a la matemática básica [8][9][10].
- Falta de una actitud de aceptación en los profesores hacia los cambios tecnológicos para la buena colaboración y atención de los requerimientos en los procesos de enseñanza inclusiva [9].

Los problemas anteriores combinados con el problema principal dificultan una correcta implementación del modelo de ecosistema y por ello se propone una posible solución al problema planteado, que utiliza en términos generales Workflows para organizar los cursos de cada alumno, rutas de aprendizaje que se basan en los cursos y tareas de usuario para indicar las funcionalidades de los recursos educativos a cada alumno.

III. CONTRIBUCIÓN

Como contribución, este trabajo pretende resolver el problema principal del apartado anterior mediante el modelado de lenguajes de especificación de ingeniería de software, a través del análisis y uso de un ecosistema digital basado en el enfoque de servicios, con el propósito de analizar el uso de rutas de aprendizaje como una opción para organizar, gestionar y evaluar la gran cantidad de recursos educativos que existen en la web y verificar el beneficio de modelar la adaptabilidad del modelo de ecosistema.

A partir de la especificación del comportamiento e interacción del ecosistema, es posible modelar y crear recursos educativos más adaptados a las necesidades de cada una de las comunidades de aprendizaje (USAER, CAM, APTES, etc.). Estas comunidades tienen rasgos característicos que son peculiares a la hora de definirlos, es decir, sus miembros tienen un perfil general definido por un grupo de expertos en educación inclusiva, dicho grupo es comúnmente llamado "Grupo Multidisciplinario", este grupo realiza diagnósticos y evalúa las capacidades de los alumnos, generando un diagnóstico y asignándolos a una comunidad específica, lo que genera requerimientos generales comunes para cada una de las comunidades.

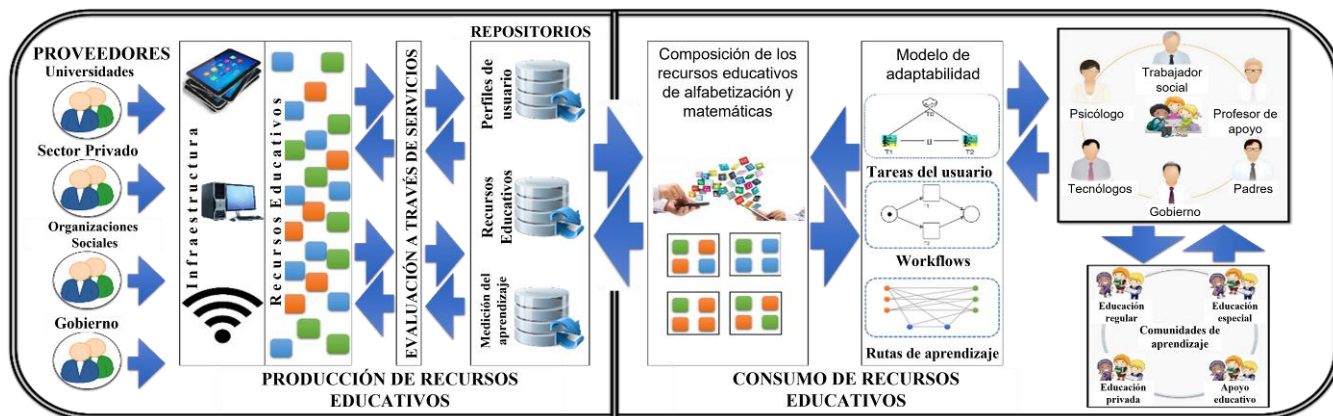


Fig. 1. Modelo de ecosistema digital inclusivo para apoyar a los niños con problemas de aprendizaje en matemáticas básicas.

A continuación, se describen los aspectos más importantes del ecosistema utilizado de manera general y puntual, los cuales serán utilizados para realizar la modelación de la adaptabilidad del conocimiento como se muestra en la Figura 1.

A. Proveedores de recursos educativos

Derivado de la Figura 1 y cómo podemos ver, los proveedores de recursos educativos se definen como aquellos actores que de manera altruista o lucrativa proporcionan recursos educativos para ser analizados y utilizados en el ecosistema, los cuales pueden ser instituciones gubernamentales, instituciones de educación superior públicas y privadas, pequeñas y medianas empresas del sector privado, repositorios de recursos educativos y organismos sociales.

B. Infraestructura

La infraestructura puede considerarse como una de las partes modulares para el buen funcionamiento del modelo de ecosistema, ya que se considera el medio por el cual los recursos educativos son creados, transferidos, consumidos y evaluados por los proveedores de contenidos educativos. Hay tres elementos clave considerados como infraestructura funcional para nuestro ecosistema, como son la conexión a la red (Internet), los equipos informáticos (Portátiles o Escritorios), y los dispositivos móviles (Tabletas o Smartphones).

C. Recursos Educativos

Se consideran todos aquellos recursos que son consumidos y utilizados por los profesores y niños de las comunidades de aprendizaje para ayudar a mitigar problemas específicos de cada uno de los miembros de las comunidades, los cuales pueden ser considerados videos, presentaciones, aplicaciones móviles, textos, audios, instrumentos de evaluación, cuestionarios, MOC's entre otros como podemos ver en la Figura 2.



Fig. 2. Conjunto de recursos educativos que van desde las estructuras simples a las complejas.

D. Evaluación a través de Servicios

Dentro del ecosistema, existe una fase en la que se puede considerar el primer filtro de recursos educativos, es decir, mediante el uso de los conocimientos de un grupo multidisciplinar de expertos en educación inclusiva se exploran, clasifican, descartan y organizan los recursos educativos aportados por los proveedores en una primera fase, mediante criterios específicos aportados por la experiencia y el conocimiento de la materia.

E. Repositorios

Los repositorios son espacios donde se almacena y cataloga la información necesaria para un propósito específico en nuestro ecosistema, también juegan un papel importante en el almacenamiento de recursos educativos, perfiles de usuario [11][12], y evaluación del aprendizaje, usabilidad y experiencia de usuario. En el ecosistema utilizado hay tres tipos de repositorios llamados "Evaluación del aprendizaje", "Recursos educativos" y "Perfiles de usuario".

F. Composición de Servicios

La composición de servicios es una técnica en la que se utiliza la alta reutilización de recursos educativos, es decir, es una forma de agrupar aquellos recursos que ayudarán con un problema matemático específico, pero eso no indica que no pueda incluirse en otro grupo que ayude a mitigar otro problema y así sucesivamente, siempre y cuando un experto considere viable la reutilización en otras habilidades matemáticas.

G. Modelo de Adaptabilidad

Los modelos de adaptabilidad del conocimiento son una serie de estrategias en las que se modelan los flujos de trabajo, las rutas de aprendizaje y las tareas del usuario, que apoyan al profesor en la construcción de paquetes de conocimiento a través de recursos educativos.

H. Equipo Multidisciplinario

Un equipo multidisciplinario es un grupo de personas con diferentes perfiles profesionales que colaboran en el mejor desarrollo e implementación de los recursos educativos, analizando, aplicando, evaluando, mejorando y descartando los recursos educativos para entregar sólo aquellos que son necesarios para las comunidades de aprendizaje de acuerdo con los perfiles pedagógicos que este mismo grupo aporta.

Además de lo anterior, el grupo multidisciplinar ayuda en la construcción de modelos de adaptabilidad del conocimiento como Workflows, Learning Paths, y Concur Task Trees, con el fin de iterar los modelos y adaptarlos de forma específica para los miembros de las comunidades de aprendizaje.

I. Comunidades de Aprendizaje

Las comunidades de aprendizaje es la parte del ecosistema donde se encuentran los niños con problemas de aprendizaje y para los cuales se requiere un perfil de usuario específico desarrollado por el grupo multidisciplinario, estos niños apoyados por los profesores utilizarán los recursos educativos, utilizando flujos de trabajo y rutas de aprendizaje, estas rutas de aprendizaje apoyarán al profesor en el mejor suministro de los productos y al mismo tiempo se generará retroalimentación para iterar y mejorar los recursos educativos.

Las principales comunidades de aprendizaje en las que estamos enfocando este trabajo son las siguientes: Educación Regular, Educación Privada, Educación Especial, Comunidades Marginales entre otras que pueden integrarse como comunidades del ecosistema.

Dentro del aporte de este trabajo, es necesario hacer especial énfasis en cómo se realiza la modelación del conocimiento para cada una de las comunidades de aprendizaje y, por otro lado, es necesario mencionar cómo es que los docentes tanto de apoyo como de educación regular acceden a los recursos, los implementan y los evalúan. Es por lo anterior que describiremos algunos apartados como los siguientes.

J. Servicios de Alfabetización Digital

Como se muestra en la Figura 3, en este trabajo pretendemos entregar recursos educativos a través de una Arquitectura Orientada a Servicios (Service Oriented Architecture SOA) desarrollada a partir de un ecosistema digital inclusivo [13],[14], esta arquitectura nos ayudará en la orquesta de entrega de recursos educativos utilizando servicios, cada uno de los servicios de esta arquitectura incluye alguna actividad relacionada con el propósito de entregar, evaluar e iterar recursos educativos así como generar perfiles de usuario, haciendo que los consumidores se conviertan en proveedores de información (Retroalimentación) y los proveedores de recursos se conviertan en consumidores de información para poder generar mejores productos en las iteraciones posteriores. Otra parte importante que hay que explicar sobre el ecosistema es la composición de los servicios y cómo funcionan a través de las comunidades de aprendizaje.

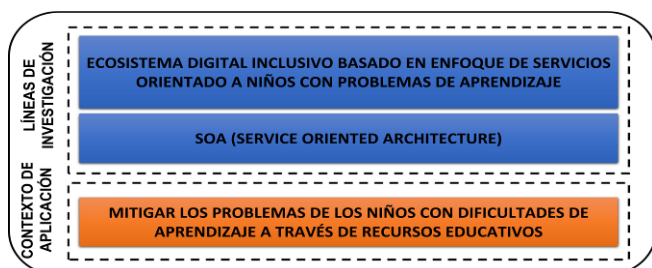


Fig. 3. Descripción del objeto de estudio mediante un ecosistema digital inclusivo que orquesta servicios mediante SOA.

ECOSISTEMA DIGITAL INCLUSIVO ORIENTADO A SERVICIOS

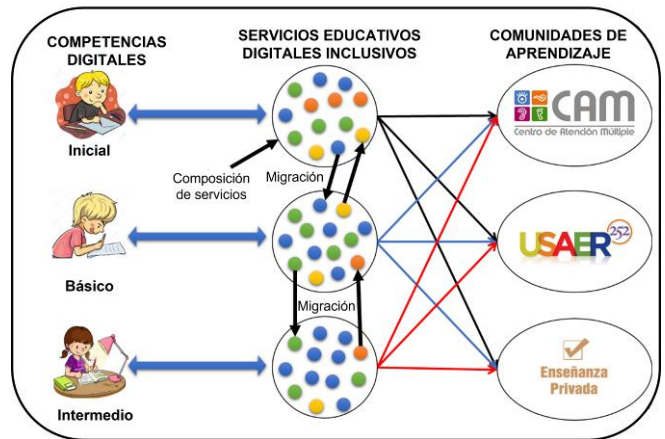


Fig. 4. Descripción del esquema de composición y prestación de servicios digitales inclusivos a las diferentes comunidades de aprendizaje.

Como se muestra en la Figura 4, las habilidades matemáticas se organizan en iniciales, básicas e intermedias de acuerdo con la capacidad cognitiva necesaria para utilizarlas correctamente y en base a ello pueden ser utilizadas en cualquiera de las comunidades de aprendizaje en cualquiera de los niveles a través de la reutilización de recursos en cada uno de los paquetes que conforman las rutas de aprendizaje.

Otra forma de ver cómo interactúan los servicios y su composición es a través del diagrama de la Figura 5, que explica cómo existe un universo de recursos educativos representado por los servicios de aprendizaje y evaluación.

Una vez que se dispone de los perfiles específicos de las necesidades de cada uno de los miembros de las comunidades de aprendizaje, se inicia la construcción de los servicios, organizando un posible paquete inicial de recursos según el perfil específico, seguido de la construcción de las rutas de aprendizaje teniendo como soporte extra los flujos de trabajo de la habilidad matemática necesaria.

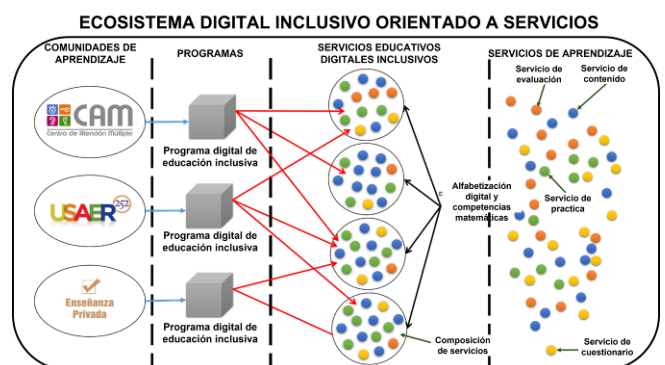


Fig. 5. Descripción del esquema de composición y servicios de entrega digital inclusiva a las diferentes comunidades de aprendizaje.

Estas composiciones de servicios son perfectibles, es decir, los servicios pueden ser eliminados, perfeccionados o sustituidos por otros que existan en los repositorios, a partir de la información proporcionada por los consumidores y de las aportaciones añadidas por el grupo multidisciplinar de expertos en educación inclusiva y en consecuencia, las rutas de aprendizaje deben ser modificadas, adaptándolas iteración tras iteración hasta alcanzar el óptimo para cada uno de los perfiles de usuario de una comunidad concreta.

Como se puede observar en la Figura 6, las rutas de aprendizaje tienen su preludeo en la construcción de flujos de trabajo, cada flujo de trabajo representa una habilidad matemática específica para niños con problemas de aprendizaje y ésta, a su vez, representa un curso especial con cada uno de los conocimientos esperados para el perfil del niño en cuestión.

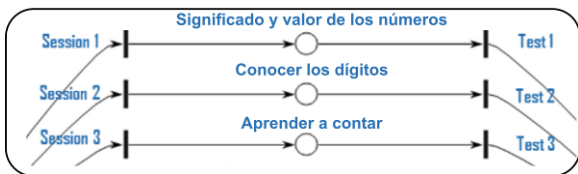


Fig. 6. Ejemplo de construcción de un Workflow para 3 estudiantes que requieren las mismas habilidades matemáticas.

La construcción de un flujo de trabajo implica el desarrollo de un curso que ayude a adquirir las habilidades matemáticas necesarias para mitigar un problema según un perfil determinado. Como primer paso, las necesidades están en cualquiera de las 8 habilidades matemáticas 1.-Discriminación tempo-espacial, 2.-Procesamiento gráfico de la información, 3.-Ordenación y seriación, 4.-Representación número-símbolo-texto, 5.-Procesamiento verbal de los números, 6.-Reconocimiento de números y operadores, 7.-Operaciones aritméticas básicas y 8.-Memoria a corto y largo plazo. Una vez detectada la necesidad del niño en una de las habilidades matemáticas anteriores, se identifica cada uno de los conocimientos matemáticos necesarios de esa habilidad.

El segundo paso es organizar la entrega de los recursos educativos en una serie de sesiones ordenadas, es decir, el niño no puede realizar operaciones aritméticas sin antes conocer simbólicamente los números.

Una vez que se tiene el orden de las sesiones con sus correspondientes conocimientos esperados por sesión, se continúa con un examen al final de cada sesión o de cada conjunto de sesiones, según las consideraciones del grupo multidisciplinario.

Finalmente, se recogen los resultados de cada una de las sesiones de manera individual y se evalúa si el niño puede continuar con otro nivel de conocimiento o puede cambiar a otra habilidad matemática en la que tenga problemas.

Como actividad opcional, los niños que tienen problemas de aprendizaje similares pueden reunirse para realizar foros en los que se fomenta la competencia y así se estimula el conocimiento como parte de la atención que genera la competencia entre pares.

La Figura 7 representa una instancia de la arquitectura de la Figura 1, específicamente en la sección de modelado del conocimiento en la que se puede observar que se define la comunidad de aprendizaje a la que se va a dirigir el modelado del conocimiento. Luego, con base en el perfil del usuario, se identifican las habilidades matemáticas en las que tiene problemas y como consecuencia se construye un curso para esa habilidad matemática en diferentes sesiones de aprendizaje, que incluye las variables o conocimientos esperados en los que tiene problemas de aprendizaje el usuario como siguiente paso, identificar en qué niveles de conocimiento (Inicial, Básico e Intermedio).

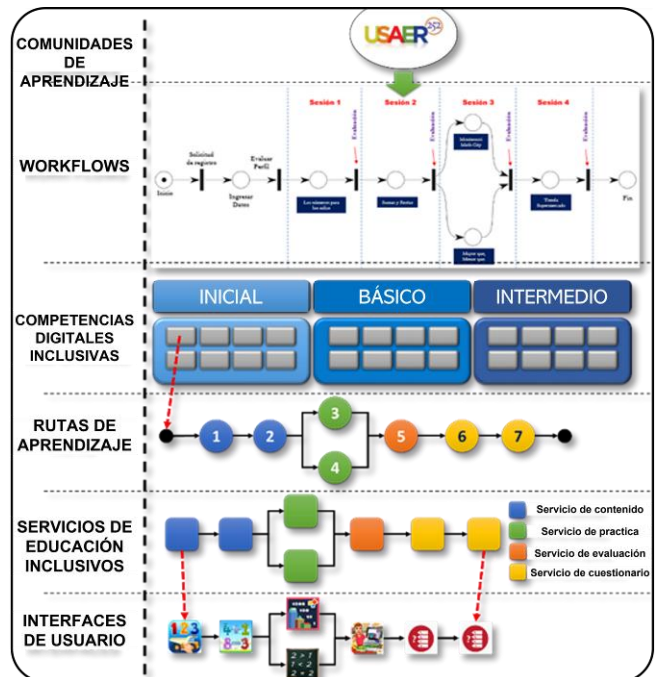


Fig. 7. Esquema de construcción de rutas de aprendizaje mediante servicios de entrega de recursos específicos para niños con problemas de aprendizaje, asistidos por un grupo multidisciplinario de especialistas.

Tomando como estructura central el flujo de trabajo (workflow), se construyen las rutas de aprendizaje que es un modelado más específico dentro del flujo de trabajo que especifica cuáles son los recursos educativos y en qué secuencia se deben llevar para poder obtener la mejor solución en la mitigación de problemas en determinada habilidad matemática.

Por último, se presenta el apartado de automatización de la entrega de recursos educativos, que modela mediante servicios la entrega de recursos educativos, es decir, de forma automática y a través de servicios web, se entregarán los recursos con el mero hecho de introducir el perfil del usuario.

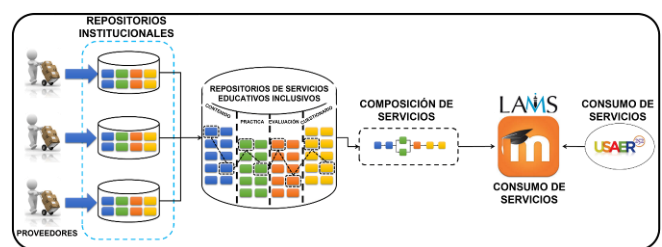


Fig. 8. Esquema de consumo de servicios a través de los LMS por parte de las comunidades de aprendizaje.

Por último, la Figura 8 muestra cómo se recogen los recursos educativos proporcionados por los proveedores y se clasifican y catalogan en repositorios para la posterior composición de servicios, construcción de rutas de aprendizaje y consumo de comunidades de aprendizaje a través de una herramienta como la de LAMS [15],[16] de Moodle.

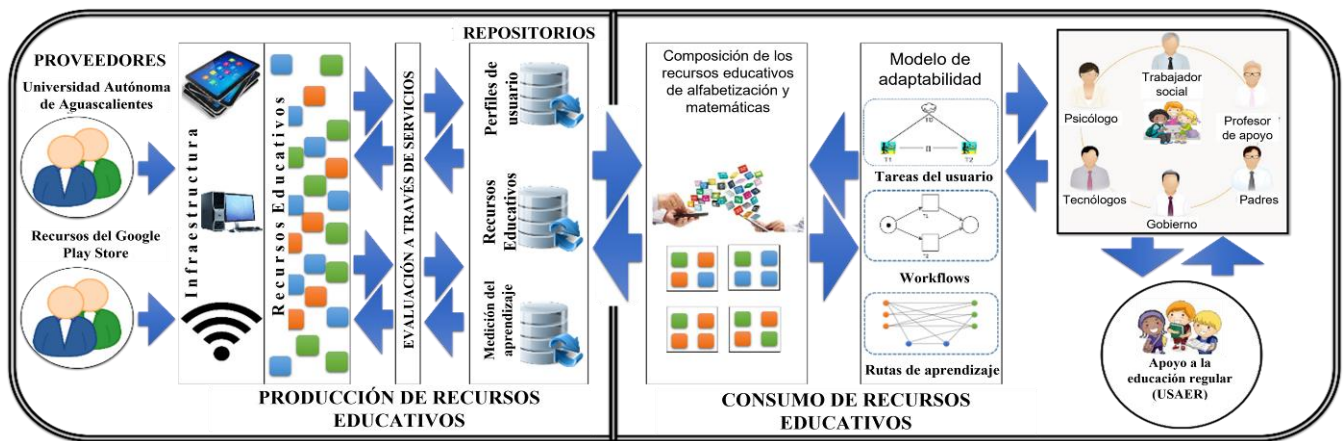


Fig. 9. The model instance of Figure 1, in which the elements of the present case study are considered.

Viéndolo desde otra perspectiva, el profesor accede a una plataforma con contenidos educativos, la plataforma obedece a la estructura de un ecosistema digital inclusivo, en el cual el profesor ingresa las características del perfil del niño y la plataforma organiza y agrupa los contenidos educativos con base en el perfil ingresado, luego de esto, a través del sistema y los servicios, se orquesta la construcción de rutas de aprendizaje y se entregan varias opciones al perfil ingresado. Una vez terminada esta etapa, el profesor aplica los recursos educativos en el orden asignado por el sistema, utiliza los recursos por un tiempo determinado mientras evalúa la fase final y envía retroalimentación a través del ecosistema para que los modelos y recursos educativos sean iterados y mejorados.

IV. CASO DE ESTUDIO

El presente estudio de caso puso en práctica el modelo de ecosistema que se propone a continuación, con especial énfasis en el modelo de adaptabilidad del conocimiento, el cual se describe con mayor detalle en la Figura 9.

Para comenzar a describir este estudio de caso, empezaremos por mencionar la comunidad de aprendizaje en la que se tomaron las pruebas de uso de recursos educativos, que comprende la "Escuela Primaria Solidaridad" ubicada en el Municipio de Jesús María, Aguascalientes.

Esta escuela cuenta con un sistema de inclusión educativa, USAER, dentro del cual se ubicaron 3 niños con problemas de aprendizaje por parte del grupo multidisciplinario, de los cuales se detectaron los perfiles del niño con base en los perfiles lógicos e infralógicos de Piaget, como ahora se presentan.

Es necesario mencionar que aunque los niños pueden tener un perfil psicopedagógico igual, es decir, aunque los siguientes tres alumnos tengan el diagnóstico de "Discapacidad Intelectual", y aunque el Alumno 1 esté en primer ciclo, el Alumno 2 y el Alumno 3 estén en segundo ciclo, no necesariamente tienen las mismas necesidades ya que según (Conversaciones con Piaget) aunque los individuos tengan los mismos ambientes, los mismos padres, la misma edad y hasta la misma alimentación, nunca tendrán las mismas formas de construcción del aprendizaje, debido a que cada individuo genera sus propias formas de construir el conocimiento a través de las experiencias abstractas del entorno en el que vive, junto con la construcción de

estructuras mentales que le ayudan a realizar sus propias abstracciones del entorno y los procesos cognitivos naturales de su genética generan una construcción compleja del conocimiento, por lo que se puede concluir que desde los primeros años de vida hasta la edad adulta tiene las mismas formas de conceptualizar y construir el aprendizaje y en consecuencia tiene diferentes problemas de aprendizaje junto con sus diferentes formas de resolver la problemática planteada. En otras palabras, se puede decir que cada individuo es único en los problemas de adquisición de conocimientos.

El perfil del usuario fue detectado y seleccionado por el grupo multidisciplinario, se seleccionó una habilidad matemática para cada uno de los niños considerando la Tabla I para generar un modelo de aprendizaje.

Con base en las habilidades seleccionadas en la Tabla II, se generó una instancia de modelado de conocimiento para cada uno de los estudiantes, esta instancia se deriva de la arquitectura antes mencionada, como se muestra en la Figura 10.

La anterior instancia de la arquitectura del ecosistema tiene diferentes capas importantes para entender el comportamiento del mismo, en la primera etapa se menciona a cuál de las comunidades de aprendizaje pertenece, es decir, esta instancia se delimita con un alumno que pertenece a la USAER, posteriormente se menciona que las habilidades matemáticas básicas, estas habilidades matemáticas son diagnosticadas por un grupo de pedagogos, psicólogos, trabajadores sociales y el propio maestro de apoyo que se ubican dentro de las competencias iniciales, una vez ubicado el problema del niño y con base en el conocimiento de los expertos en temas de educación inclusiva (grupo multidisciplinario), se diseña una ruta de aprendizaje con los recursos educativos disponibles, los maestros de apoyo junto con los pedagogos, asesorados por las tecnologías diseñan una propuesta inicial de la ruta de aprendizaje, seleccionando y descartando recursos educativos de acuerdo a las necesidades del perfil del niño, estos recursos educativos en ocasiones se encuentran en la red y otros recursos se desarrollan con base en la retroalimentación y análisis que los maestros de apoyo hacen de acuerdo a las necesidades de los niños con problemas de aprendizaje.

TABLA I
NECESIDADES DE APRENDIZAJE DE 3 ALUMNOS EN COMPETENCIAS MATEMÁTICAS, DIAGNOSTICADAS POR EL GRUPO MULTIDISCIPLINAR.

	Nivel	Conocimientos de matemáticas	Problemas en los conocimientos esperados
Estudiante 1	Inicial	Discriminación espacio-temporal.	Reconoce adelante-atrás, arriba-abajo, dentro-fuera, cerca-lejos, izquierda-derecha. Reconoce pequeño-medio-grande, muchos-pocos, etc. Reconoce día-noche, ayer-hoy-mañana, días de la semana, meses del año, reloj. Reconoce mayor que, menor que, igual que. Reconocimiento del entorno. Reconocimiento de donde hay más, donde hay menos. Reconocimiento de las principales partes del cuerpo.
	Inicial	Procesamiento gráfico de la información.	Reconocimiento de figuras geométricas. Reconocimiento de colores. Reconocimiento de formas. Agrupación de objetos por color, tamaño o forma. Distinción de objetos del mismo campo semántico, por ejemplo, herramientas mecánicas.
	Básico	Reconocimiento de números y operadores.	Valores numéricos, significado y representación de un número. Reconocimiento de las cifras. Aprender a contar objetos discretos. Reconocimiento de los operadores básicos.
	Básico	Ordenación y serialización.	Comparar colecciones de objetos. Ordenar números en función del tamaño, la forma, el color o el peso. Comparar entre dos números, cuál es más grande y cuál más pequeño.
	Básico	Procesamiento verbal de los números.	Pronunciación correcta de números y símbolos aritméticos. Dictado de cantidades numéricas y símbolos aritméticos. Lectura y escritura de cantidades numéricas.
Estudiante 2	Básico	Representación número-símbolo-texto.	Cambiar los números de símbolo a texto. Cambiar números de texto a símbolo. Representar símbolos numéricos en cantidades de objetos. Representar cantidades de objetos en símbolos numéricos.
	Básico	Ordenación y serialización.	Comparación de colecciones de objetos. Contar en unidades, decenas y centenas. Distinguir el valor posicional.
	Básico	Procesamiento verbal de los números.	Pronunciación correcta de números y símbolos aritméticos. Dictado de cantidades numéricas y símbolos aritméticos.
	Básico	Representación número-símbolo-texto.	Representar símbolos numéricos en cantidades de objetos. Representar cantidades de objetos en símbolos numéricos.
	Básico	Reconocimiento de números y operadores.	Valores de los números, significado y representación de un número. Reconocimiento de los dígitos. Reconocimiento de los cuatro operadores básicos. Aprender a contar objetos discretos. Escribir números de una, dos o tres cifras.
Estudiante 3	Intermedio	Problemas de aritmética.	Operaciones con sumas y restas. Resolución de problemas de tiempo.
	Intermedio	Memoria a corto y largo plazo.	Recordar las funciones de los operadores básicos. Recordar operaciones cotidianas como 2+2, tablas de multiplicar.
	Principiante	Discriminación tiempo-espacio.	Reconoce pequeño-mediano-grande, muchos-pocos, etc. Reconoce mayor que, menor que, igual que. Reconocimiento del entorno. Reconocer donde hay más - donde hay menos. Reconocer las principales partes del cuerpo.
	Inicial	Procesamiento gráfico de la información.	Reconocimiento de figuras geométricas. Reconocimiento de colores. Reconocimiento de formas.
	Básico	Procesamiento verbal de los números.	Lectura y escritura de cantidades numéricas.

TABLA II
HABILIDAD SELECCIONADA DE CADA UNO DE LOS ESTUDIANTES PARA MEDIR EL PROGRESO EN LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS.

	Nivel	Conocimientos de matemáticas	Problemas en los conocimientos esperados
Estudiante 1	Principiante	Discriminación espacio-temporal.	Reconoce adelante-atrás, arriba-abajo, dentro-fuera, cerca-lejos, izquierda-derecha. Reconoce pequeño-medio-grande, muchos-pocos, etc. Reconoce día-noche, ayer-hoy-mañana, días de la semana, meses del año, reloj. Reconoce mayor que, menor que, igual que. Reconocimiento del entorno. Reconocimiento de donde hay más, donde hay menos. Reconocimiento de las principales partes del cuerpo.
	Básico	Ordenación y serialización.	Comparar colecciones de objetos. Ordenar números en función del tamaño, la forma, el color o el peso. Comparar entre dos números, cuál es más grande y cuál más pequeño.
	Básico	Reconocimiento de números y operadores.	Valores de los números, significado y representación de un número. Reconocimiento de los dígitos. Reconocimiento de los cuatro operadores básicos. Aprender a contar objetos discretos.

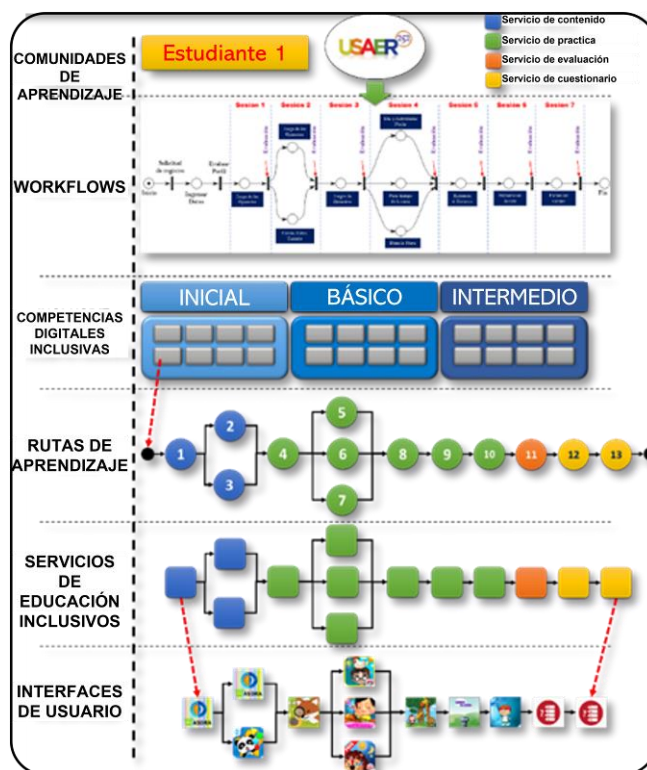


Fig. 10. Instancia del modelo de ecosistema para la habilidad "discriminación espacio-temporal" perteneciente al alumno 1.

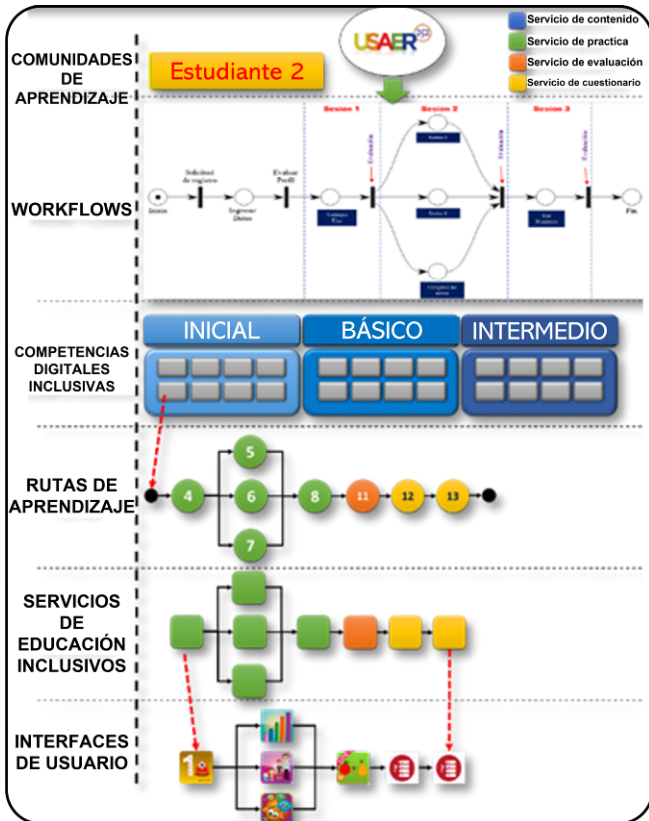


Fig. 11. Instancia del modelo de ecosistema para la habilidad "Ordenación y seriación" perteneciente al alumno 2.

Una vez localizados los recursos educativos más aptos para mitigar los problemas encontrados en el niño, se procede a diseñar una ruta de aprendizaje que incluya los aspectos necesarios para el objetivo propuesto como podemos ver en la Figura 11. En la siguiente etapa se modela en función de los servicios que se entregarán a través del ecosistema propuesto, en la última etapa se contemplan las interfaces de usuario de aquellas aplicaciones que vamos a utilizar en el tratamiento de los problemas detectados en el niño.

En la última capa de la instancia de la arquitectura del modelo de ecosistema, se muestra el flujo de trabajo que debe realizar el niño a través de un modelo en "Diagramas de Petri", el cual nos indica qué pasos se deben realizar para el proceso de mitigación del problema del niño.

Cabe mencionar que estas rutas son perfectibles y siempre pueden ser mejoradas, es por lo que son iterativas y por lo tanto en el modelado se mencionan aspectos de evaluación, tanto de usabilidad, experiencia de usuario, como de uso del niño.

Al igual que la instancia anterior, esta instancia del modelo presenta las mismas capas y componentes, pero con una orientación hacia la mejora del conocimiento del alumno 2, a partir de un perfil de usuario previamente generado.

La instancia anterior consta de actividades y servicios necesarios para mitigar los problemas que se presentan en la matemática básica de acuerdo con el perfil de usuario del alumno 3 como podemos ver en la Figura 12.

Las instancias anteriores de la arquitectura del modelo de ecosistema nos dieron una idea general de cómo deben organizarse los servicios para mitigar los problemas que presentan los niños. A continuación, se presentan los flujos

de trabajo modelados para cada uno de los niños con problemas en este caso de estudio, nótese que están relacionados con la última capa de cada una de las instancias previamente mostradas en la Figura 11.

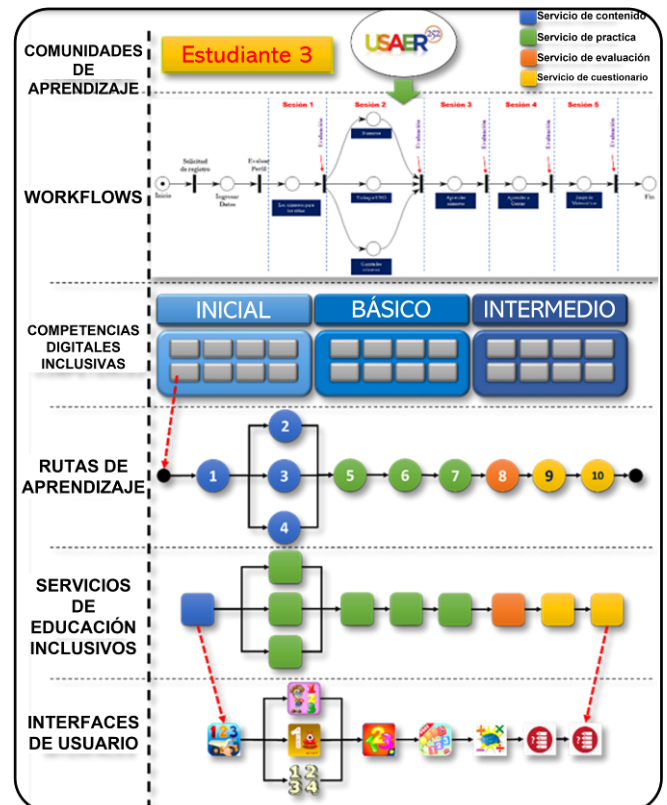


Fig. 12. Instancia del modelo de ecosistema para la habilidad "Reconocimiento de números y operadores" perteneciente al alumno 3.

Para el control y la gestión del correcto uso de los recursos educativos se utilizó la plataforma Moodle, que a su vez se puede complementar con la herramienta LAMS (basado en rutas de aprendizaje y flujos de trabajo) con el que se crearon cursos de acuerdo con las necesidades de los usuarios, como muestra la siguiente Figura 13.

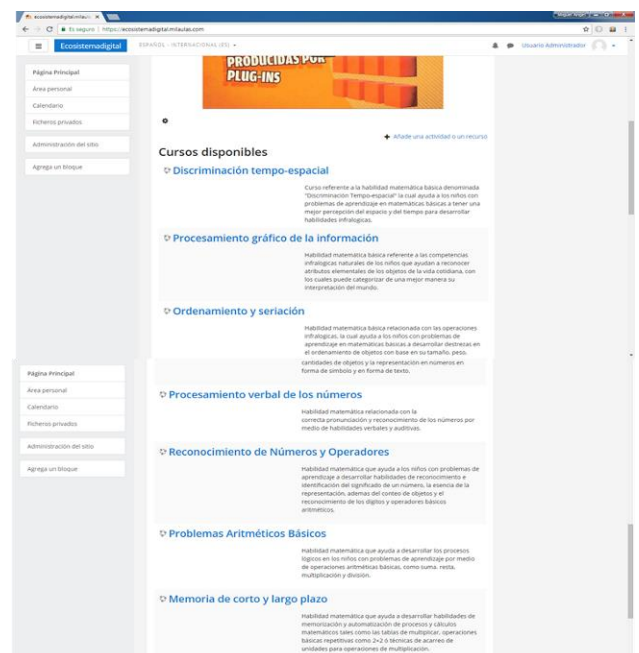


Fig. 13. Representa los módulos o cursos que ayudan a conseguir habilidades en los niños con problemas matemáticos.

V. RESULTADOS

Una vez implementadas las rutas de aprendizaje de los recursos educativos, los resultados obtenidos a través de 2 evaluaciones fueron los que se muestran en la Tabla III. El número de habilidades matemáticas seguido por la primera evaluación realizada durante los primeros días de septiembre y la segunda evaluación que se realizó durante los primeros días de noviembre de 2019. Luego de graficar los datos con D3 [17] en un entorno web pudimos verificar el progreso de los niños en forma gráfica como se muestra a continuación.



Fig. 14. Ejemplo de diseño de las competencias matemáticas necesarias para los alumnos 1.

Para el alumno 1 que tiene problemas de discriminación tempo-espacial, se modeló el siguiente curso según el perfil de la Tabla II y el flujo de trabajo de la Figura 13.

La Figura 14 muestra cómo se modelaron los recursos necesarios según el perfil de usuario para el Alumno 1, los recursos fueron otorgados por el profesor al niño y éste realizó las actividades propuestas, estas actividades incluyeron la descarga y uso de los recursos educativos, la retroalimentación de las dudas generadas y el llenado de cuestionarios de usabilidad y experiencia de usuario.

A partir del modelado anterior, se extrajeron las aplicaciones por parte de los profesores de apoyo, así como de los padres en las que se buscaron aplicaciones de acuerdo con las recomendaciones de los expertos en educación inclusiva en un repositorio que almacena las aplicaciones de forma ordenada según los criterios de búsqueda.

En este repositorio se introdujeron los criterios de búsqueda desde el principio, utilizando las palabras clave que contienen cada una de las aplicaciones, y para una mejor búsqueda, las aplicaciones están categorizadas por niveles y competencias.

Los profesores de apoyo entraron en la interfaz del repositorio (Figura 15) e introdujeron las palabras clave de búsqueda de los recursos educativos. Después de introducir las palabras clave como es en este caso, se comenzó con la búsqueda "Aplicaciones Matemáticas", para lo cual arrojo las siguientes aplicaciones.



Fig. 15. Interfaz de selección del repositorio de recursos educativos para niños con problemas de aprendizaje ordenados según las competencias matemáticas.

Después de la descarga de las aplicaciones y la ayuda con el modelado de la enseñanza durante 2 meses durante este tiempo los niños jugaron con los juegos recomendados supervisados por el apoyo y el profesor regular con el fin de lograr los objetivos esperados, el niño demostró mitigar los problemas como se muestra en la siguiente sección.

TABLA III

REPRESENTACIÓN DEL NÚMERO DE HABILIDADES EN LAS QUE EL ALUMNO TIENE PROBLEMAS EN MATEMÁTICAS

Nivel	Conocimientos de matemáticas	Problemas en los conocimientos esperados	Var	1st	2nd
Estudiante 1 Inicial	Discriminación espacio-temporal.	Reconoce adelante-atrás, arriba-abajo, dentro-fuera, cerca-lejos, izquierda-derecha.	1	5	7
		Reconoce pequeño-medio-grande, muchos-pocos, etc.	2	4	8
		Reconoce día-noche, ayer-hoy-mañana, días de la semana, meses del año, reloj.	3	3	4
		Reconoce mayor que, menor que, igual que.	4	2	5
		Reconocimiento del entorno.	5	4	4
		Reconocimiento de donde hay más, donde hay menos.	6	6	7
		Reconocimiento de las principales partes del cuerpo.	7	7	9
Estudiante 2 Básico	Ordenación y serialización.	Comparar colecciones de objetos.	17	2	4
		Clasificar números en función del tamaño, la forma, el color o el peso.	18	5	7
		Comparar entre dos números, cuál es más grande y cuál más pequeño.	19	3	5
Estudiante 3 Básico	Reconocimiento de números y operadores.	Valores de los números, significado y representación de un número.	13	5	7

Como podemos ver en la Tabla III y en la Figura 16 los 3 alumnos tienen avances significativos en sus competencias a desarrollar, teniendo en cuenta la primera y segunda evaluación, considerando la implementación de la tecnología para mitigar sus problemas, por lo que podemos pasar al siguiente apartado de conclusiones.

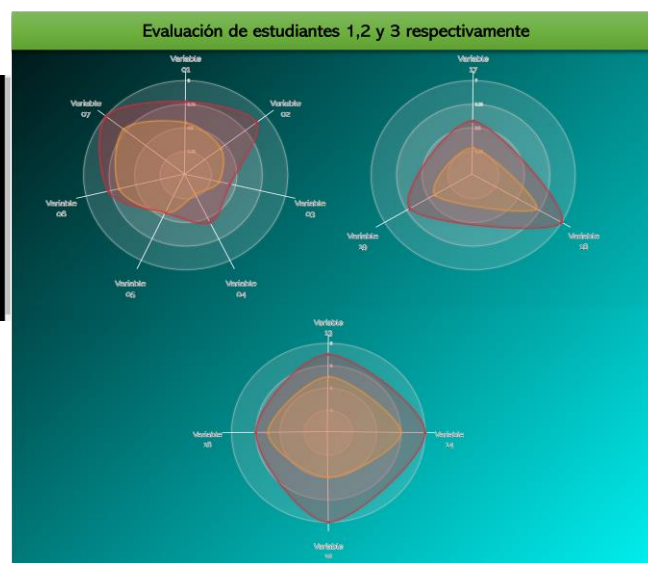


Fig. 16. Evaluación y comparación entre la primera y la segunda evaluación de las capacidades de los niños.

VI. CONCLUSIONES

Con base en el estudio de caso anterior, se encontró que el uso correcto de los recursos educativos mediante el uso de un ecosistema digital incluyente puede generar rutas de aprendizaje adecuadas para los niños con problemas de aprendizaje, siempre y cuando se cuente con el apoyo de un grupo de expertos en psicología, pedagogía, trabajo social y maestros de apoyo.

Con el trabajo anterior se pudo demostrar que el uso de las rutas de aprendizaje que se perfeccionan constantemente, generalmente el uso óptimo de los recursos educativos, en el apartado de resultados se ve claramente que de manera significativa los alumnos avanzan en la adquisición de conocimientos de Matemáticas donde antes había problemas, cabe mencionar que esta adquisición de conocimientos se hace de manera lúdica, aprovechando la naturaleza de los dispositivos móviles y orientándola hacia la mejor adquisición de conocimientos. Como trabajo futuro se busca adaptar el uso de ecosistemas digitales a otros modelos de aprendizaje, tales como el modelo basado en competencias, de manera que los ecosistemas puedan ser adaptables a diversos contextos y necesidades educativas y así poder contar con una mayor integración de casos de estudio y recursos digitales disponibles.

AGRADECIMIENTOS

Los principales agradecimientos son a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a la escuela primaria "Solidaridad" turno vespertino especialmente al director "Mtro. José de Jesús Herrera Torres" y a la maestra de educación especial "Lic. Yadira Elizabeth Ibarra Moreno", al Instituto de Educación de Aguascalientes, especialmente al área de educación especial (USAER).

REFERENCIAS

- [1] M. Secretaria de Educación Pública, "Información relevante del modelo educativo y la reforma curricular, así como recursos y herramientas didácticas y tecnológicas." online, accessed 2/21/18, 2020, <https://www.sep.gob.mx/es/sep1/basica>.
- [2] S. d. Pública and U. d. Sonora, "La problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la escuela primaria iii," *Divulgación de Investigación de la SEP*, vol. 100, 2010.
- [3] UNESCO, "Las TIC's en la educación." online, accessed 2/21/18, 2017, <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>. [4]
- [4] J. E. G. Mendoza, J. M. Arteaga, and F. J. A. Rodríguez, "An architecture oriented to digital literacy services: an ecosystem approach," *IEEE Latin America Transactions*, vol. 14, no. 5, pp. 2355–2364, 2016.
- [5] J. Cabero Almenara and A. M. Duarte Hueros, "Evaluación de medios y materiales de enseñanza en soporte multimedia," *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 13, 23–45., 1999.
- [6] M. V. T. Torres and A. M. M. Sánchez, "Prevención de violencia en la escuela: una línea de intervención", *Revista de educación*, no. 313, pp.121–142, 1997.
- [7] INEE, "La Calidad de la Educación Básica en México." 2017. [Online]. Available: <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2018/12/PIB202.pdf>
- [8] García Retana, J. A. (2011). Modelo educativo basado en competencias: importancia y necesidad. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, Vol 11, Num 3, http://148.202.167.116:8080/jspui/bitstream/123456789/3484/1/Modelo_educativo_basado_competencias.pdf
- [9] J. F. Romero Pérez et al., "Dificultades en el Aprendizaje: Unificación de Criterios Diagnósticos. I. Definición, características y tipos," 2005, <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/4775>
- [10] Obaya V., Adolfo, Vargas R., Yolanda Marina, & Delgadillo G., Graciela. (2011). Aspectos relevantes de la educación basada en

competencias para la formación profesional. *Educación química*, 22(1), 63-68. Recuperado en 12 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000100011&lng=es&tIing=es.

- [11] C. A. Lynch, "Institutional repositories: essential infrastructure for scholarship in the digital age," *portal: Libraries and the Academy*, vol. 3, no. 2, pp. 327–336, 2003.
- [12] A. Swan and L. Carr, "Institutions, their repositories and the web," *Serials review*, vol. 34, no. 1, pp. 31–35, 2008.
- [13] R. Perrey and M. Lycett, "Service-oriented architecture," in *2003 Symposium on Applications and the Internet Workshops*, 2003. *Proceedings. IEEE*, 2003, pp. 116–119.
- [14] K. B. Laskey and K. Laskey, "Service oriented architecture," *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, vol. 1, no. 1, pp.101–105, 2009.
- [15] J. Dalziel et al., "Implementing learning design: The learning activity management system (lams)," 2003.
- [16] L. Cameron, "Using lams to facilitate an effective program of ict instruction," in *2007 European LAMS Conference*. LAMS Foundation, 2007, pp. 39–49.
- [17] D3 Data Driven Documents, "D3 Data Driven Documents", <https://d3js.org/>, 2021



Héctor Cardona-Reyes es Catedra CONACYT adscrito al Centro de Investigación en Matemáticas, Zacatecas, México. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias de la Computación en la Universidad Juárez Autónoma Tabasco, México. Sus temas de investigación incluyen la interacción persona-ordenador, los entornos interactivos aplicados a la salud y la educación, la ingeniería web, el diseño de videojuegos y la realidad virtual. Además, es miembro nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT en México.



Miguel Ángel Ortiz Esparza es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) en México. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias de la Computación en la Universidad Juárez Autónoma Tabasco, México. Sus temas de investigación se enmarcan en el ámbito de la Interacción Persona-Ordenador, el e-learning, la Ingeniería de Software y los Recursos Educativos.



Jaime Muñoz Arteaga es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) en México. Se doctoró en informática por la Universidad de Toulouse I, en Francia. Es miembro del SNI nivel I en México. Sus temas de investigación se enmarcan en el ámbito de la Interacción Persona-Ordenador, el e-learning y la Ingeniería Web. Ha llegado a dirigir proyectos de investigación sobre la división digital, la producción colaborativa de libros de texto y los sistemas interactivos. Ha publicado dos libros sobre Ingeniería del Software, un libro sobre Interacción Persona-Ordenador y dos libros sobre tecnología de objetos de aprendizaje.