



Informe Técnico

Desarrollo y evaluación de prototipos de material didáctico inmersivo – interactivo para la estrategia didáctica:

Los seres vivos y su ambiente

Desarrollo de materiales didácticos prototipo para trabajar a distancia usando TIC

Beatriz Eugenia García Rivera, Humberto A. Albornoz Delgado, Leticia Gallegos Cázares, R. Elena Calderón Canales, Fernando Flores Camacho

Noviembre de 2022

Tipo de Proyecto: Desarrollo

Institución Patrocinadora: ICAT

Ingresos extraordinarios

Informe Técnico: Desarrollo y evaluación de prototipos de material didáctico inmersivo – interactivo para la estrategia didáctica: Los seres vivos y su ambiente

Beatriz Eugenia García Rivera, Humberto A. Albornoz Delgado, Leticia Gallegos Cázares, R. Elena Calderón Canales, Fernando Flores Camacho

Grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología-UNAM

Resumen

El trabajo presentado en este informe corresponde a la tercera etapa del proyecto “Diseño y desarrollo de materiales didácticos, una propuesta educativa con enfoque multicultural sobre la construcción de la noción de seres vivos en comunidades indígenas”. En esta fase, debido a las circunstancias derivadas de la pandemia originada por el COVID-19, las siete actividades que conforman la estrategia didáctica *Los seres vivos y su ambiente* fueron rediseñadas y subidas a Internet para trabajarlas como páginas web, lo que implicó su reorganización, la elaboración de nuevo material visual (dibujos, diagramas, la imagen de la propuesta para la interfaz interactiva, entre otros aspectos). Además, algunos de los equipos didácticos tangibles que complementan la estrategia, que habían sido generados en etapas anteriores, se replantearon y diseñaron como versiones interactivas, para que puedan ser trabajados en la educación a distancia, mediante el uso realidad aumentada (AR) y animaciones digitales. La evaluación de nueva propuesta de actividades implicó la generación de guías diseñadas exprofeso, que se emplearon en las pruebas con 10 usuarios, cinco mujeres y cinco varones, de entre ocho y 12 años, quienes mediante la solución de las guías aportaron valiosa información que sirvió para identificar las mejoras y modificaciones requeridas del material, mismas que se llevaron a cabo para contar con versiones más eficientes y adecuadas para trabajar en el aula.

Índice

Introducción

1	Actividades interactivas.....	12
1.1	Adivina quién soy	14
1.1.1	Botón introducción	15
1.1.2	Botón instrucciones	15
1.1.3	Botón información	16
1.1.4	Botón ruleta	16
1.1.5	Descripción del funcionamiento	16
1.2	Ruleta de la Nutrición	20
1.2.1	Botón introducción	21
1.2.2	Botón instrucciones	22
1.2.3	Botón información	22
1.2.4	Botón ruleta	23
1.2.5	Descripción del funcionamiento	23
2	Actividades de Realidad Aumentada	30
2.1	Estructuras en los organismos	32
2.1.1	Planta	33
2.1.2	Chapulín	34
2.1.3	Lombriz	35

2.1.4	Rana	36
2.1.5	Ballena	38
3	Actividades digitales	39
3.1	Generación de las actividades de la estrategia como páginas web	41
3.1.2	Construcción de la página web de cada actividad	43
4	Evaluación	47
4.1	Contexto para la evaluación	47
4.2	Instrumentos de evaluación	49
4.3	Caracterización de la muestra de usuarios	51
4.4	Descripción del procedimiento de evaluación	52
4.5	Evaluación de los materiales digitales	54
4.6	Resultados de la evaluación	55
	Comentarios finales.....	64
	Conclusiones	65
	Agradecimientos	66
	Referencias Bibliográficas	68

Nomenclatura

Símbolo	Significado
<i>APK</i>	<i>Android Application Package</i>
<i>AR</i>	<i>Realidad Aumentada</i>
<i>CSV</i>	<i>Comma Separated Values</i>
<i>MR</i>	<i>Realidad Mixta</i>
<i>TIC</i>	<i>Tecnologías de la Información y las Comunicaciones</i>
<i>VR</i>	<i>Realidad Virtual</i>
<i>3D</i>	<i>3 dimensiones</i>

Introducción

La estrategia didáctica *Los seres vivos y su ambiente* contempló el desarrollo de materiales de trabajo para profesores y alumnos de primarias indígenas, mismos que servirían para llevar a cabo una investigación que permita conocer, desde el enfoque multicultural, la forma en que los niños que pertenecen a culturas originarias construyen sus nociones sobre los seres vivos. Debido a la contingencia sanitaria originada por el COVID-19, tanto alumnos como profesores no pudieron asistir de forma presencial a las escuelas, por lo que para subsanar dicha eventualidad y a fin de proporcionar herramientas disponibles para trabajar la estrategia didáctica diseñada para el proyecto, todos los materiales para trabajar en el aula fueron transformados, mediante el diseño y desarrollo de materiales alternativos con tecnología inmersiva, en éste caso realidad aumentada (AR) e interactivos que pudieran ser usados de forma remota sincrónica y/o asincrónica.

La propuesta integra la guía de trabajo de los profesores en el aula, no solo en los aspectos didácticos sino también el apoyo conceptual de los diversos temas que se abordan a partir de la secuencia didáctica ya planteada con siete actividades. Los nuevos materiales desarrollados corresponden a las siete actividades que los alumnos trabajan directamente en línea, como páginas web, así como interactivos que se utilizan en algunas las actividades. Cabe destacar que la secuencia didáctica y todos sus materiales plantean una progresión conceptual y de habilidades que el docente irá gestionando con sus alumnos.

Los materiales didácticos tangibles propuestos con anterioridad se transformaron a propuestas con uso de TIC (material interactivo y AR) los cuales permiten a los alumnos centrar su atención en los aspectos relevantes del tema que se está tratando de forma remota sincrónica y/o asincrónica.

Los diseños realizados fueron:

- 1) Adivina quién soy (actividad interactiva)
- 2) Ruleta de la nutrición (actividad interactiva)

- 3) Siluetas de la respiración (actividad con realidad aumentada)
- 4) Actividades en digitales

Un factor determinante para definir las especificaciones de la propuesta fue la limitante tecnológica que existe en la comunidad a la que va dirigida la propuesta, la Escuela Primaria Indígena “Juan Francisco Lucas”, (localidad de Ometepetl, Tetela de Ocampo, Puebla, México), que es una zona rural, donde la infraestructura y el equipamiento son precarios. La mayoría de los hogares de los alumnos no cuentan con equipo de cómputo con altas especificaciones técnicas, adicionalmente es muy probable que ni ellos ni sus padres o tutores cuenten con dominio amplio para descargar e instalar software especializado, o con recursos económicos para adquirirlo, por lo que la propuesta se enfocó en utilizar software de dominio común y popular.

Para que los alumnos tengan la posibilidad de contar con una guía clara del tema y puedan registrar sus respuestas conforme se avanza en la actividad, las siete actividades de la secuencia fueron replanteadas y desarrolladas como páginas web, utilizando para ello el programa “QuestionPro”. De esta manera, los usuarios, con la guía del docente, que puede estar con ellos o trabajar en forma remota, cuentan con la estructura completa de cada actividad, y además de contar con información sobre el aspecto específico que se analiza, tienen la posibilidad de responder a preguntas abiertas y de opción múltiple. De esta manera, al concluir la actividad, queda el registro del trabajo y el docente puede acceder a él para conocer el avance del alumno. Este material puede ser impreso y entregado al alumno para que lo utilice como una bitácora de trabajo, que será su material de consulta conforme avanza y concluye toda la secuencia.

Lineamientos de la propuesta

El propósito general de la propuesta es generar materiales que puedan ser utilizados por los alumnos de forma remota, mediante dispositivos electrónicos disponibles en casa, como teléfonos inteligentes, tabletas, laptop o computadora de escritorio, con la condición de usar sistemas operativos Windows y Android. El sistema operativo Windows se eligió debido a que el 82.62% de usuarios de computadoras trabajan con este sistema

(González, 2020), tiene un costo más accesible y no requiere de conocimientos especializados para su uso, como puede ocurrir con sistemas operativos abiertos, LINUX, por ejemplo. El mismo criterio de selección se utilizó para el sistema operativo de los teléfonos inteligentes, pues el sistema Android cuenta con el 72.12% usuarios del mercado (González, 2020).

Para el diseño de los materiales interactivos se determinó aprovechar las ventajas de un software que permite generar ejecutables interactivos creados en una plataforma accesible y popular entre los usuarios, Microsoft PowerPoint, herramienta didáctica que permite crear actividades de aprendizaje centradas en las propias acciones del estudiante, pues puede crear materiales que lo involucren en un entorno de análisis y reflexión que promuevan la construcción de su conocimiento. Esta herramienta ofrece dos tipos de interactividad, la navegación y la retroalimentación, la primera puede ser a través de botones en pantalla e hipertextos para una estructura de ramificación, lo que permite al usuario explorar las secciones que desee o contar con la opción de obtener más información sobre temas de interés. Con las estructuras adecuadas de navegación, cuando los usuarios toman decisiones, reciben retroalimentación sobre la diapositiva y/o se les lleva a nuevas diapositivas que brindan información y la posibilidad de seguir navegando. Los beneficios para los usuarios incluyen un mayor compromiso, control e interés junto con una respuesta inmediata y con una velocidad de interacción acorde a la capacidad de exploración del usuario.

Otra ventaja de utilizar esta herramienta de Microsoft es que las propuestas generadas pueden ser utilizadas en diversos tipos de dispositivos portátiles, como tabletas con sistemas operativos Windows o Android y en los smartphones con sistema operativo Android en los cuales funciona PowerPoint, lo que permite una mayor distribución y, por tanto, es accesible para un mayor número de usuarios.

Para la actividad “Siluetas de la Respiración” se buscó una alternativa que permitiera visualizar, de forma más evidente, los diferentes tipos de estructuras que utilizan los seres vivos para su respiración (pulmonar, branquial, cutánea, traqueal o estomas), así que la alternativa óptima fue el uso de tecnología inmersiva, que engloba diversas herramientas, en este caso específico se optó por Realidad Aumentada (AR, por sus siglas en inglés).

Slater (2009) define la tecnología inmersiva como una tecnología que ofrece una alta calidad o cantidad de información sensorial al usuario. La tecnología inmersiva también se puede definir como una tecnología que difumina los límites entre el mundo físico y el virtual, creando una experiencia de inmersión y realismo de las experiencias virtuales, pero si bien el término de tecnologías inmersivas engloba diversas herramientas, como la Realidad Virtual (VR, por sus siglas en inglés), la Realidad Aumentada (AR) y la Realidad Mixta (MR, por sus siglas en inglés).

Se decidió trabajar con AR pues añade información virtual a la realidad (un objeto físico concreto), la cual puede ser visualizada a través de computadoras o dispositivos móviles, lo que permite al usuario adicionar elementos virtuales a su observación e interacción sin olvidar el elemento real con el que trabaja. Esto no ocurre con la VR, que es una simulación tridimensional generada con tecnología en la que el usuario interactúa y/o manipula los contenidos del ambiente virtual y este le proporciona información sensorial, que lo ubica en un contexto inmersivo tecnológico, pero no cuenta con el elemento real a su disposición. Es posible señalar que AR consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, con ellos se añade una parte sintética virtual a lo real. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que superimprime los datos informáticos al mundo real (Altomari, 2017).

La integración entre el mundo real (físico) y el mundo virtual es el objetivo principal de esta tecnología. Así, para que AR pueda reproducirse, se necesitan cuatro componentes fundamentales:

- Un objeto real que funcione como referencia para la interpretación y creación del objeto virtual.
- La presencia de un dispositivo con cámara como un teléfono móvil (smartphone o tableta) para transmitir la imagen del objeto real.
- Un software responsable de interpretar la señal transmitida por la cámara.
- A través de la cámara, el objeto real se transmite para el software, que recibe la imagen y la combina con proyecciones 3D.

A su vez, las proyecciones son introducidas en la imagen y sobrepuestas en el entorno físico, reflejando el resultado de la AR al usuario.

La Realidad Aumentada es, entonces, una combinación de mundos, visible por medios tecnológicos: mediante un dispositivo provisto con una cámara digital es posible observar un objeto real; con la tecnología, esta imagen es combinada con otras capas adicionales de información digital. El usuario puede acceder a esta experiencia con gafas AR, pantallas, tabletas y teléfonos inteligentes. Los ejemplos más conocidos son probablemente los filtros Pokemon GO o Snapchat.

Otro factor importante que determinó el uso de AR para este proyecto en lugar de alguna de las otras tecnologías disponibles Realidad Virtual (VR) y Realidad Mixta (MR) es su viabilidad económica, adaptabilidad tecnológica y de producción, mismas características que comparte con las actividades interactivas.

Viabilidad económica: La AR requiere una menor inversión, debido a que el único equipo tecnológico necesario para utilizarla es un dispositivo electrónico con sistema operativo Android (Smartphone o Tableta) de gama media, mientras que la VR y la MR (Realidad Mixta) (figura 1) requieren de visores y equipos adicionales a aquel donde debería correr el software, con lo que su costo se eleva. Por otra parte, las actividades multimedia solo se requiere un equipo (smartphone, tableta o PC) de especificaciones medias, que permita correr PowerPoint.

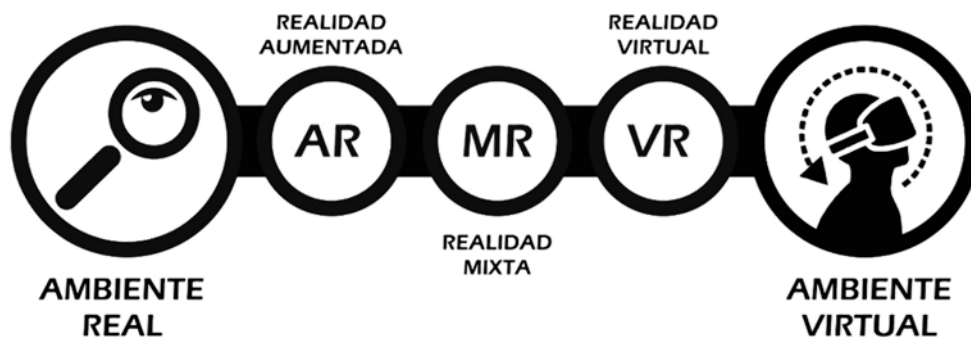


Figura 1. Espectro de tecnologías inmersivas.

Adaptabilidad tecnológica: Debido a las limitaciones tecnológicas con las que cuentan nuestros usuarios, tanto el uso de los interactivos como la AR les permitirá una adaptabilidad tecnológica sencilla. En el caso de la AR, los usuarios solo requerirán abrir la aplicación y enfocar, mediante la cámara del dispositivo, el activador para visualizar el contenido. Para las actividades interactivas, solo requerirán acceder y activar un archivo ejecutable. Para trabajar las actividades en las páginas Web, solo requerirán abrir la liga que los lleva a cada una de ellas.

Recursos de producción: Para la AR, se requiere desarrollar una aplicación para cada uno de los organismos representativos del mecanismo respiratorio. En el caso de las actividades multimedia se requiere generar una única vez cada uno de los ejecutables, y lo mismo ocurre con las páginas web de las actividades, solo se desarrolla una por cada actividad. De esta forma, la multiplicación y distribución de todo este material no requiere de gran inversión económica.

1. Actividades interactivas

Las actividades propuestas, “Adivina quién soy” y “Ruleta de la Nutrición” brindan a los usuarios la posibilidad de realizar una serie de exploraciones (interactividad limitada), mediante una selección aleatoria (interacción pasiva), sobre características de algunos seres vivos (definidos previamente con base en el material tangible) característicos del ecosistema del bosque, donde conocerán información sobre los factores bióticos y abióticos del ecosistema, la nutrición, la respiración y la reproducción de los organismos, información que se despliega de forma atractiva y lúdica y que posteriormente permite la selección de respuestas correctas e incorrectas (interactividad limitada).

Cabe señalar que, como parte de la estructura didáctica de la estrategia, se definió trabajar con ejemplos de seres vivos que son familiares o conocidos por los alumnos de la Sierra Norte de Puebla (muestra con la que originalmente se trabajó en el desarrollo de la propuesta), por lo que se seleccionaron aquellos que habitan en el bosque (ecosistema predominante en la zona). Sin embargo, este conocimiento o acercamiento a la naturaleza no está presente de manera general en los estudiantes de otras zonas del país. Por ello, se decidió generar una presentación en PowerPoint, “Seres vivos del bosque”, que muestra la tarjeta de cada uno de los organismos con los que se trabajará en algunas de las actividades. En esta presentación se despliega la imagen general de un bosque, y luego, los seres vivos ejemplo. De cada organismo es posible ver la imagen con su nombre, así como un código de color que lo clasifica de acuerdo con su tipo de nutrición, este código es el mismo utilizado en los materiales tangibles (amarillo para los productores, verde para los herbívoros, rojo para los carnívoros, combinación de verde y rojo para los omnívoros y café para los descomponedores). En la esquina superior derecha de la pantalla se muestra el imago tipo (unidad visual que conjuga imagen y texto) del proyecto con dos áreas en color, lo cual le da información visual al usuario para que identifique los temas que está trabajando (seres vivos y nutrición, para este caso).

La agrupación de las tarjetas que se muestra en la presentación está de acuerdo con el tipo de nutrición que tienen:

- Plantas (Pino, Zacate, Bromelia y Campanilla morada)
- Animales herbívoros (Mariposa, Conejo y Chapulín)

- Animales carnívoros (Tarántula, Rana, Serpiente bejuquillo y Zopilote)
- Animales omnívoros (Luisito, Lagartija y Tlacuache)
- Seres descomponedores (Lombriz y Descomponedores)

En la figura 2 se muestra de las pantallas de la presentación que corresponden con la agrupación de los ejemplos de seres vivos del bosque, agrupados de acuerdo con su nivel trófico, con los que se trabajará en las actividades interactivas.



Figura 2. Pantallas que forman parte de la presentación “Seres vivos del bosque”, se muestran los nombres e imágenes de los organismos participantes de los diferentes niveles tróficos.

Otro apoyo adicional que se generó para facilitar la interacción de los alumnos con los materiales, son dos videos tutoriales en los cuales se presenta la dinámica (instrucciones) que deberán seguir los usuarios para trabajar con cada una de las actividades interactivas describiendo paso a paso cómo utilizarlas.

1.1 Adivina quién soy

Es una actividad multimedia cuyo objetivo es que los usuarios exploren y conozcan las características generales de cada uno de los ejemplos de seres vivos del bosque, como son su apariencia, el lugar que habitan, su nutrición, respiración y reproducción, además de identificar algún dato particular o de interés.

La navegación de la actividad comienza con una pantalla de presentación, a la que sigue la pantalla de menú principal en la cual se visualizan cuatro botones: Introducción, Instrucciones, Información y Ruleta (figura 3).

En la pantalla de presentación se aprecia el imagotipo del proyecto, donde todas las secciones aparecen en color, con la intención de informar al usuario, de forma visual, que en la actividad se tocarán todos esos temas.

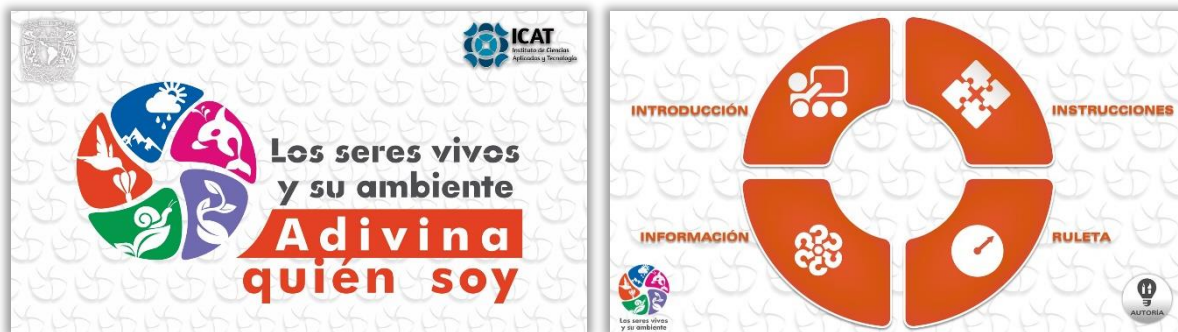


Figura 3. Pantalla de presentación y pantalla principal de Adivina quién soy.

Para el diseño de la pantalla principal (que es la misma que se utiliza en la actividad Ruleta de la Nutrición) se propuso una estética que cuida la economía de lenguaje visual y es amigable, sencilla, minimalista, con elementos basados en geometría elemental (círculos y rectángulos) con un orden claro y evidente, que sea palpablemente funcional.

La paleta de colores utilizada comprende fondos blancos con el imagotipo del proyecto también en color blanco, con una sombra que los hace resaltar. Los botones (Introducción, Instrucciones, Información y Ruleta) se muestran como partes o segmentos de anillo en color naranja (Pantone 1665C) con un borde blanco para resaltar los límites de los botones y una sombra que da el efecto visual de ubicar a los botones en un plano diferente al del fondo.

Se propuso el naranja por ser un color que transmite entusiasmo, diversión y atrevimiento, se relaciona con un espíritu de independencia y confianza en uno mismo, así como de energía constructiva y de creatividad (Ginjaume, 2021). Al centro de cada botón hay un ícono en color blanco, alusivo a la sección a la que se puede acceder.

En la parte inferior izquierda de la pantalla se encuentra el imagotipo del proyecto a todo color y en el extremo derecho el botón que da acceso a los créditos del desarrollo.

1.1.1 Botón introducción

Esta sección presenta información al usuario para contextualizarlo y apoyarlo a ubicar diferentes seres vivos que conoce de diversos ecosistemas, por ejemplo, el ecosistema donde vive y los organismos que en él habitan; que reconozca que todos los seres vivos, sin importar cómo sea su apariencia o dónde vivan, comparten un conjunto de características, como nutrirse, respirar y tener la posibilidad de reproducirse.

Posteriormente se invita al usuario a trabajar con la aplicación interactiva con el ejemplo del ecosistema del Bosque, que le permitirá identificar semejanzas y diferencias de las plantas y los animales que en ella se presentan.

1.1.2 Botón instrucciones

El botón de instrucciones despliega, paso a paso, las acciones que los usuarios requieren realizar para iniciar con la actividad “Adivina quién soy”; mediante tres pantallas, que el usuario puede explorar a su propio ritmo con los botones de navegación (flechas de avance y retroceso) ubicadas al centro de la pantalla, conoce todos los detalles sobre la dinámica de la actividad.

Al igual que en las pantallas de introducción e información, el lenguaje visual es el mismo en cuanto a la tipografía y el tratamiento de los textos. En todos los casos, en la esquina inferior izquierda se encuentra el botón de inicio, que es la representación de los cuatro botones de la página principal y que permite regresar a ésta; en la parte inferior derecha de la pantalla se encuentra el botón “ruleta”, que permite al usuario iniciar la actividad.

1.1.3 Botón información

En esta sección del interactivo se ofrecen detalles y se explican algunas características de los organismos del ecosistema, que permitirán a los usuarios comprender de forma más específica cómo se dan sus interrelaciones.

1.1.4 Botón ruleta

Esta es la sección que da acceso a los diferentes procesos de navegación e interactividad que permiten al usuario realizar la actividad.

A través de una selección aleatoria (interacción pasiva), los usuarios tienen la posibilidad de explorar la simulación de una “ruleta” que gira por medio de dos botones dispuestos en la pantalla, uno de accionar y otro de pausa (interactividad limitada), con lo que tiene acceso a una imagen de 16 tarjetas de organismos incógnitos participantes, donde podrán seleccionar la tarjeta, dando clic en ella, con la que comenzarán a trabajar.

1.1.5 Descripción del funcionamiento

El objetivo de la actividad es que el usuario pueda relacionar las seis características descritas con uno de los tres organismos que se dan como opción, a partir de los ejemplos de seres vivos del bosque participantes.

Una vez dentro de la “ruleta”, se visualiza una sección semi circular que gira, en ella se pueden ver tarjetas en diferentes tonos de color naranja, que corresponden con diversos organismos incógnitos (figura 4). El usuario tiene la opción de detener el giro del movimiento de la “ruleta” por medio del botón de pausa, al hacerlo, se visualiza la ruleta

fija y una flecha señala una de las tarjetas, ésta será la primera con la que realizará su actividad.



Figura 4. Pantalla de la ruleta con organismos incógnitos.

El usuario “activa”, por medio del ratón (o dando “clic” al área activa en caso de ser una tableta o smartphone), la tarjeta del organismo incógnito señalado por la flecha, lo cual le da acceso a la siguiente pantalla, en la del lado izquierdo se despliegan seis botones (Mi forma, Lugar que habito, Mi nutrición, Mi respiración, Mi reproducción y, Además) (figura 5).



Figura 5. Pantalla con los seis botones de los rubros a explorar.

En la parte inferior derecha de la pantalla se aprecia el botón de “ruleta”, con la intención de que el usuario pueda volver a ella y comenzar a girarla de nuevo, de esta forma se evita una secuencia preestablecida y se da mayor libertad de acción al usuario.

La propuesta visual para esta sección continúa con el mismo lenguaje visual minimalista definido desde el inicio. La paleta de colores utilizada comprende fondos blancos con el imagotipo del proyecto en blanco como fondo, con un efecto de sombra para generar textura. Los botones (Mi forma, Lugar que habito, Mi nutrición, Mi respiración, Mi reproducción y, Además) en cuanto a forma y color (figura 6) hacen referencia a los utilizados en los materiales didácticos tangibles generados previamente, lo cual permite que puedan ser complementarios, existiendo la posibilidad de usarse de forma simultánea o combinada.



Figura 6. Colores en código Pantone usados en los botones.

Al hacer “clic” en cada uno de los botones, por medio de una animación que “voltea” la tarjeta seleccionada, se despliega información relacionada con ese rubro que da “pistas” para que el usuario pueda conocer la descripción del ser vivo al que hace referencia (figura 7).



Figura 7. Pantalla con la información de cada tarjeta visible y el botón para conocer la descripción de los organismos.

Una vez revisada toda la información contenida en las tarjetas, aparece un botón naranja que, al darle “clic”, despliega tres opciones disponibles de organismos que el usuario puede elegir al hacer “clic” en cada botón (acción que puede ejecutarse sin ningún orden preestablecido) (figura 8).



Figura 8. Pantalla con las tres tarjetas de las imágenes de los organismos, a partir de las cuales el usuario puede seleccionar la correcta.

A partir de éste punto el usuario deberá elegir, con base en las características descritas en las tarjetas, a qué organismo corresponden, para ello deberá dar “clic” en la que considere correcta, si su selección es incorrecta, aparecerá un “tache” sobre la imagen y

se escuchará un sonido indicando que no es el organismo descrito en las tarjetas; si su elección es la correcta (solo hay una opción correcta por pantalla) aparecerá una “palomita” sobre la imagen de la tarjeta y se escuchará un sonido que le ayudará a reconocer que ha acertado (figura 9).



Figura 9. Pantalla con las opciones incorrectas y correcta activadas.

Una vez realizado este ejercicio, el usuario deberá dar “clic” al botón ruleta para continuar con los organismos restantes, hasta completarlos todos, o de acuerdo con las indicaciones que le den en clase.

1.2 Ruleta de la Nutrición

Es una actividad multimedia, cuyo objetivo es permitir que los usuarios construyan cadenas alimentarias utilizando organismos representativos del bosque de todos los niveles (seres descomponedores, plantas, animales herbívoros, animales carnívoros y animales omnívoros).

La navegación de la actividad comienza con una pantalla de presentación a la que prosigue la pantalla de menú principal, en la cual se visualizan cuatro botones: Introducción, Instrucciones, Información y Ruleta (figura 10).

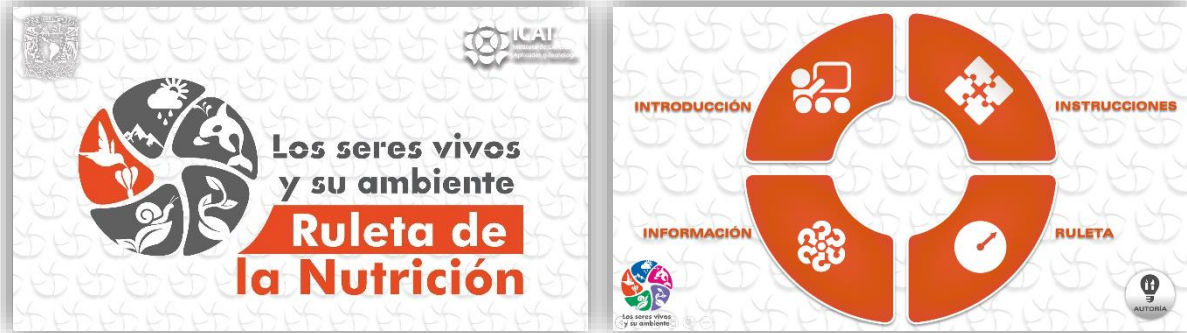


Figura 10. Pantalla de presentación y pantalla principal de ruleta de la Nutrición.

En la pantalla de presentación se aprecia el imagotipo del proyecto y en color solo aparece la imagen que hace referencia a la nutrición (colibrí alimentándose) con la intención de informar al usuario que la actividad está relacionada específicamente con este tema.

Para el diseño de la pantalla principal (que es compartida con la actividad Adivina quién Soy) se propuso la misma estética y características buscando crear una familia de aplicaciones para todo el proyecto.

1.2.1 Botón introducción

El botón de introducción despliega datos sobre cómo plantas, animales, hongos, bacterias y otros seres vivos se interrelacionan en un ecosistema, precisando que la nutrición es una de las formas en las que ocurre esta interrelación, pues cada ser requiere de otros organismos para producir u obtener sus nutrimentos. Explica cómo es la nutrición de los diferentes tipos de seres vivos, y los clasifica a partir de ello. También se describe qué son los eslabones dentro de una cadena alimentaria y se da una breve explicación de cómo se estructura una cadena alimentaria.

Esta información se despliega en cinco pantallas, en las que el usuario puede explorar la información a su propio ritmo, mediante botones de navegación (flechas de avance y retroceso) ubicadas al centro de la pantalla. Los textos están presentados en una tipografía clara y de fácil lectura (Futura Bk Bt) misma que fue utilizada en los desarrollos tangibles y tiene un tamaño que permite su lectura aun cuando la aplicación sea utilizada en una pantalla pequeña, como la de un Smartphone. La información de los textos se destaca en “negritas” de color naranja para que resalte.

En la esquina inferior izquierda se encuentra el botón de inicio, que es la representación de los cuatro botones de la página principal y que permite regresar a ésta.

1.2.2 Botón instrucciones

El botón de instrucciones despliega, paso a paso, las acciones que los usuarios requieren realizar para iniciar con la actividad de la Ruleta de la Nutrición; mediante siete pantallas que el usuario puede explorar a su propio ritmo mediante botones de navegación (flechas de avance y retroceso) ubicadas al centro de la pantalla, conoce cada uno de los 17 puntos de información donde se explica la dinámica de la actividad, incluyendo lo que el usuario requiere hacer en su cuaderno de registro (tangible) como parte del desarrollo de la actividad.

Al igual que en las pantallas de introducción e información, se maneja el mismo lenguaje visual en cuanto a la tipografía y el tratamiento de los textos. En todos los casos, en la esquina inferior izquierda, se encuentra el botón de inicio, que es la representación de los cuatro botones de la página principal y que permite regresar a ésta.

1.2.3 Botón información

En esta sección del interactivo se explican algunas de las relaciones posibles de las cadenas alimentarias que pudieran ser poco claras para los usuarios, porque no consideren aspectos como la etapa de desarrollo de los organismos, que algunos de ellos son aprovechados como alimento cuando han fallecido, etc.

1.2.4 Botón ruleta

Esta es la sección que da acceso a los diferentes procesos de navegación e interactividad que permiten al usuario realizar la actividad en la cual se formarán cadenas alimentarias a partir de los organismos seleccionados como representativos del ecosistema bosque.

Los usuarios tienen la posibilidad de realizar una exploración mediante una selección aleatoria (interacción pasiva), por medio del uso de una simulación de una “ruleta” que, al girar, da acceso a la imagen de 16 tarjetas de los organismos participantes con los que el usuario deberá armar cadenas alimentarias. El usuario, por medio de dos botones dispuestos en la pantalla, un botón de pausa y un botón de accionar puede detener o iniciar el giro de la ruleta (interactividad limitada) para seleccionar el organismo con el que comenzará a formar su cadena alimentaria.

1.2.5 Descripción del funcionamiento

El objetivo de la actividad es que el usuario pueda armar todas las cadenas alimentarias posibles con los organismos participantes a los que tiene acceso por medio de la “ruleta” a la que accedió a través del botón.

Una vez dentro de la “ruleta” se visualiza una sección semicircular que gira, donde se pueden ver las tarjetas de los diversos organismos representativos de todos los niveles tróficos, el usuario tiene la opción de detener el giro del movimiento de la “ruleta” por medio del botón de pausa, con lo que detiene el movimiento, se visualiza la ruleta fija y una flecha que señala uno de los seres vivos de las tarjetas. Este será el primer eslabón de la cadena alimentaria con el que el usuario comenzará a realizar su actividad (figura 11).



Figura 11. Pantalla de la “ruleta”, botones de “pausa” y “activar” y la flecha que señala al organismo protagonista.

Una vez detenida la ruleta, el usuario “activa”, por medio del ratón (o dando “clic” al área activa en caso de ser una tableta o smartphone), la tarjeta del organismo señalado por la flecha, lo cual le da acceso a la siguiente pantalla, en la que se despliega, al centro, la tarjeta del organismo protagonista de este eslabón.

En la pantalla se puede apreciar una sección gris que evoca a la ruleta para indicarnos, visualmente, que el organismo protagonista es un ejemplo de los organismos de “el bosque”. Al centro se presenta la imagen de la tarjeta del organismo que fue seleccionado aleatoriamente (protagonista), en la parte superior izquierda aparece el texto “SE COME A” y en la parte superior derecha el texto “ES COMIDO POR”.

Debajo de “SE COME A” aparece un botón naranja que visualmente nos indica que hay que “activar”; debajo de “ES COMIDO POR” se muestran las opciones de botones con los nombres de hasta cinco organismos.

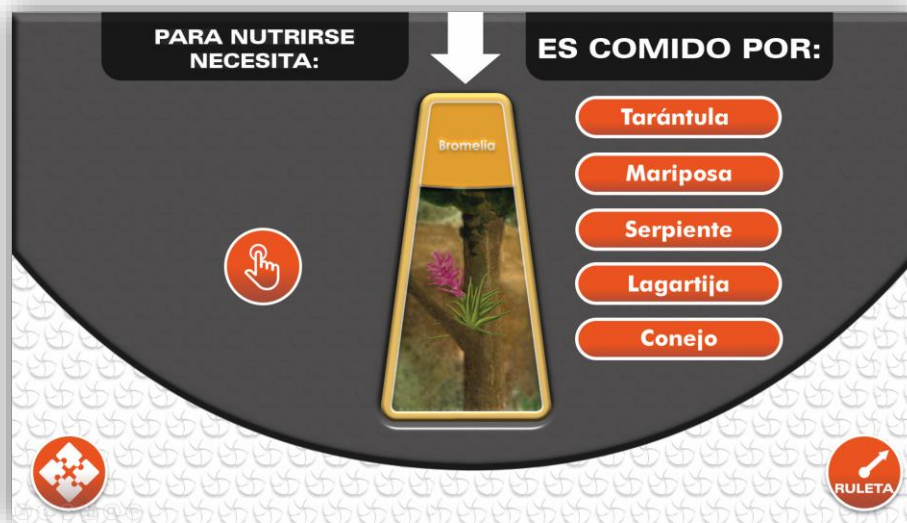
En la parte inferior izquierda de la pantalla se encuentra el botón de “instrucciones”, que da acceso a dicha sección, por si hay dudas sobre la dinámica de la actividad. En la parte inferior derecha se encuentra el botón de “ruleta” que da acceso a dicha sección, por si el usuario desea cambiar de protagonista.

Una vez desplegada la tarjeta del organismo protagonista (figura 12), el usuario debe identificar cómo participa este, para lo cual utiliza sus conocimientos y puede auxiliarse con el código de color utilizado para cada nivel trófico, que se aprecia en los bordes de las tarjetas (autótrofo o productor borde amarillo, herbívoro borde verde, carnívoro borde rojo, omnívoro borde rojo con verde y descomponedores borde café).



Figura 12. Pantalla con un organismo protagonista al centro.

En caso de que el protagonista sea un organismo productor, el texto “SE COME A” es sustituido por “PARA NUTRIRSE NECESITA” con lo cual se indica al usuario que el organismo productor no se “COME” al organismo de la columna izquierda, pero sí requiere de él para nutrirse (figura 13).



*Figura 13. Para los organismos productores “SE COME A”
es sustituido por “PARA NUTRIRSE NECESITA”*

El mismo caso aplica cuando el protagonista es un descomponedor, el texto “SE COME A” es sustituido por “PARA NUTRIRSE NECESITA” indicando al usuario que el organismo descomponedor no se “COME” al organismo de la columna izquierda, pero si requiere de él para nutrirse. Adicionalmente, el texto “ES COMIDO POR” es sustituido por “REINTEGRAN LA MATERIA AL SUELO PARA” indicando al usuario que los organismos descomponedores reintegran los minerales al suelo para que sean aprovechados por los productores (figura 14).

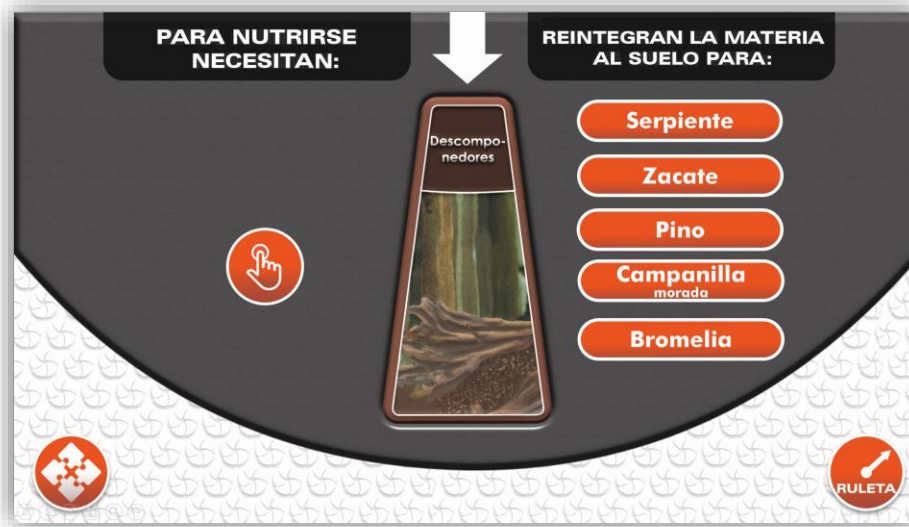


Figura 14. Para los descomponedores “SE COME A” es sustituido por “PARA NUTRIRSE NECESITA” y el texto “ES COMIDO POR” es sustituido por “REINTEGRAN LA MATERIA AL SUELO PARA”.

El siguiente paso es utilizar su cuaderno de registro, en él, el usuario anotará cómo se va formando la cadena, escribiendo el nombre del ser vivo del primer eslabón (el protagonista que aparece en la tarjeta). Posteriormente, el usuario deberá dar clic en el botón naranja de la parte izquierda de la pantalla, debajo del texto “SE COME A”, al activarse, el usuario observa los botones de texto que aparecen con los nombres de organismos que el protagonista se puede comer o quienes contribuyen a su nutrición. También se despliega el texto “Ahora, descubre por quién es comido” (figura 15).



Figura 15. Pantalla donde se ve al protagonista y a los organismos que se puede comer.

El usuario deberá elegir uno de los organismos que aparecen en la columna del lado izquierdo, e incluirlo en la cadena que está formando, para ello ubica el eslabón que le corresponde (antes o después del protagonista) y lo anota en su cuaderno de registro, trazando también una flecha que describe el orden correcto.

El siguiente paso es descubrir por quién es comido el protagonista, o bien, en la nutrición de quién participa, dando clic a los botones con nombres de la columna derecha, en donde hay opciones correctas (que se visualizan una “palomita” o marca de verificación, e incorrectas, que se visualizan un “tache” o símbolo de incorrecto (figura 16).



Figura 16. Pantalla donde se ve al protagonista y los botones con los nombres de organismos por los que puede ser comido.

Al dar clic en uno de los organismos correctos se accede a un nuevo organismo, que ahora será el protagonista. El usuario debe identificar qué eslabón ocupa, auxiliado por el código de color, y anotar en su cuaderno de registro el nombre del nuevo organismo en el eslabón correspondiente de la cadena que está armando, además de trazar una flecha en la dirección correcta.

El procedimiento se repetirá hasta que el usuario complete su cadena alimentaria, habiendo incluido al menos un organismo de cada nivel.

2. Actividades de Realidad Aumentada

El objetivo de la actividad del material tangible previamente diseñado fue que los alumnos lograran distinguir que todos los seres vivos respiran, pero existe una diversidad de estructuras respiratorias (pulmones, branquias, tráqueas, piel y estomas) que les permiten, de acuerdo con sus características y ambiente en el que habitan, obtener el oxígeno del medio. En el equipo tangible se distingue la silueta de organismos representativos que presentan determinadas estructuras respiratorias, las que solo son distinguibles al ser vistas a través de un filtro de color. De esta forma los alumnos pueden hacer predicciones de cómo creen que cada ejemplo obtiene el oxígeno del ambiente y luego observar las imágenes a través del filtro, para comprobar cómo respira.

“Siluetas de la Respiración” en su versión digital, es una actividad que utiliza AR para visualizar, de forma clara, las estructuras que utilizan distintos ejemplos de seres vivos para el intercambio de gases (pulmones, branquias, piel, tráqueas y estomas). Para ello, se requiere que los usuarios utilicen un dispositivo electrónico (tableta o smartphone con sistema operativo Android), una aplicación (APK) instalada en el dispositivo y una imagen (activador). Los usuarios deberán utilizar la cámara del dispositivo y visualizar, a través de la pantalla de este, la imagen del organismo sobre el que se desea observar sus estructuras respiratorias.

La actividad “Siluetas de la respiración” requiere, por tanto, varios elementos indispensables en el dispositivo para su funcionamiento:

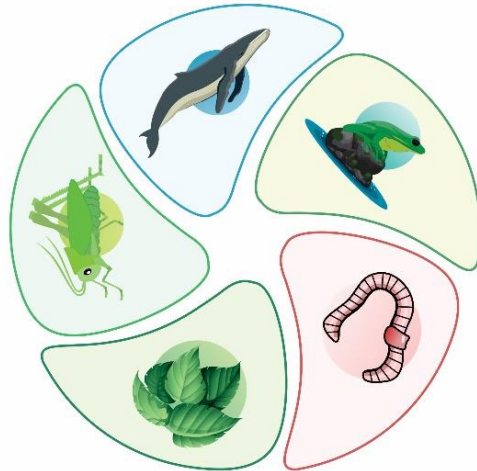
1. Cámara: Elemento que capta la imagen del objeto real que están observando los usuarios (activador). En este caso se utiliza la cámara del dispositivo móvil (teléfono o tableta).
2. Pantalla: Permitirá visualizar la combinación de los elementos reales (activador del organismo) y virtuales (animación 3D del organismo).
3. Software: Programa o aplicación móvil (APK) que gestiona el proceso para hacer las transformaciones necesarias para visualizar en pantalla la imagen animada del organismo.

5. Activador (target): Elemento tangible (imagen de cada organismo) que el software utiliza para reconocer el entorno físico y así mostrar la información virtual asociada a él.
6. Giroscopio: Este sensor es necesario para hacer uso de la AR en dispositivos móviles ya que su función indicar al móvil nuestra posición y transmitirle la rotación del dispositivo en todos sus ejes, lo que permite visualizar el elemento a observar a 360°, ya sea moviendo el dispositivo y/o el activador.

El concepto de la versión digital es permitir al alumno profundizar el tema a través de un contenido dinámico, conformado por la visualización de los organismos en un modelo y una animación tridimensional, en la que se representa el trayecto de las moléculas y sus diferentes estructuras respiratorias, brindándoles un aprendizaje interactivo que fomenta el interés y la comprensión del proceso de intercambio de gases.

La meta para esta etapa del desarrollo fue implementar un organismo por cada tipo de respiración (figura 17): estomas, traqueal, branquial, cutánea y pulmonar, por lo que se eligieron los siguientes ejemplos:

1. Planta – Estomas
2. Chapulín – Traqueal
3. Lombriz – Cutánea
4. Rana – Pulmonar y Cutánea
5. Ballena – Pulmonar



Siluetas de la Respiración

Figura 17. Conjunto de imágenes de los cinco activadores.

2.1 Estructuras en los organismos

Para cada organismo se realizó un análisis de la forma más eficiente en la que los usuarios podrían visualizar el tipo de estructura con la cual se realiza el intercambio de gases, en algunos casos se realizó una visualización en forma de corte (chapulín, lombriz y planta) y organismos semitransparentes (rana y ballena) con el objetivo de permitir que, en la animación, se pueda distinguir el mayor detalle de cada estructura y se tenga una mejor representación gráfica del proceso.

El proceso de intercambio se visualiza por medio de animaciones en las que, dependiendo de la estructura de cada organismo, se visualizan esferas en color azul en movimiento que representan moléculas de oxígeno que entran al organismo y se desplazan por la trayectoria correspondiente al mismo, posteriormente cambian de color (esferas rojas) que ahora se desplazan para salir del organismo. El proceso se ve auxiliado por flechas que indican la dirección de las moléculas, flechas azules indican que el oxígeno está entrando al organismo y flechas rojas que representan al dióxido de carbono saliendo de éste.

La representación gráfica tridimensional de cada organismo buscó ser un punto medio entre una imagen realista y una imagen lúdica, en busca de un estilo de imagen aplicable a todos los organismos y que los haga atractivos para los usuarios, sin distraerlos con detalles, pero que se visualice al organismo con todas sus características morfológicas.

En el caso de los activadores, para cada organismo se diseñó una imagen bidimensional representativa, que fuera identificada en forma rápida y evidente por el usuario, cuidando que tuviera también características visuales que le permitan ser identificada por la cámara del dispositivo para que se ejecute eficientemente la aplicación (APK).

Cada organismo cuenta con un activador, cada activador requiere de su propia aplicación (APK).

2.1.1 Planta

En el caso de la planta, se seleccionó una hoja elegante ya que, al estar ampliamente distribuida en México, los usuarios pueden reconocerla con facilidad (figura 18). Además, el tamaño de sus hojas permite visualizar adecuadamente sus estructuras.



Figura 18. Activador de planta.

La animación tridimensional de la planta (hoja elegante) muestra, en un corte transversal (en forma horizontal), las estructuras internas de la hoja y cómo, por medio de estomas,

diminutas aberturas u orificios que tienen las hojas, se realiza el intercambio de gases. La animación permite visualizar la entrada de las moléculas de oxígeno (esferas azules) y la salida del dióxido de carbono (esferas rojas) y la dirección del intercambio por medio de las flechas de cada color (figura 19).

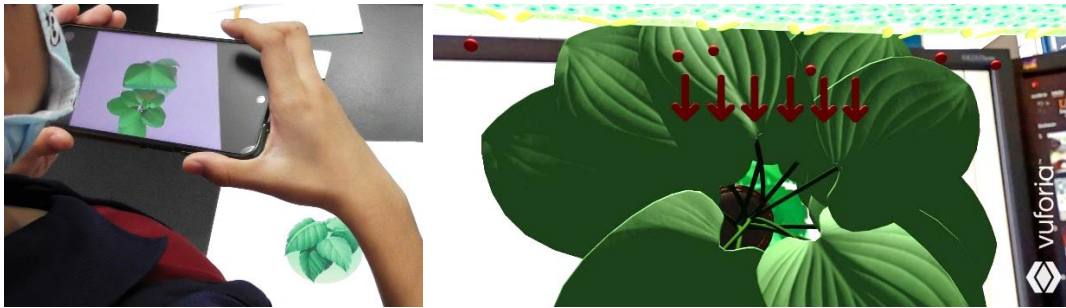


Figura 19. Visualización 3D del intercambio de gases en la planta.

2.1.2 Chapulín

En el caso de la respiración traqueal, se seleccionó un chapulín (figura 20), insecto reconocible fácilmente por los usuarios.

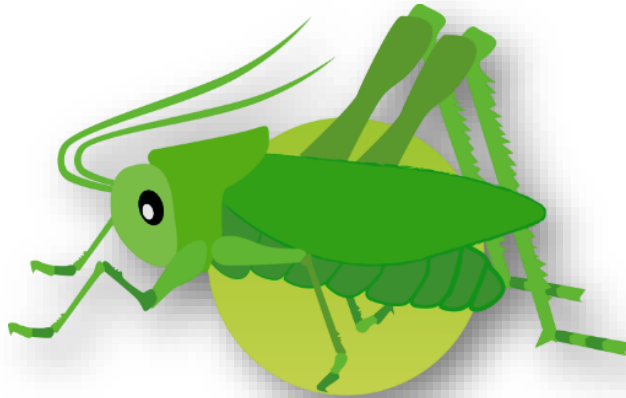


Figura 20. Activador de insecto.

La animación tridimensional en el insecto muestra, en un corte sagital (aquel que divide el cuerpo en dos mitades “casi” iguales, una derecha y otra izquierda) del chapulín, las estructuras internas por medio de las cuales se realiza el intercambio de gases, que inicia

a través de pequeñas aberturas en la pared del abdomen, llamadas espiráculos, y continua en el interior del organismo mediante una red tubular, llamadas tráqueas. La animación permite visualizar la entrada de las moléculas de oxígeno (esferas azules) por el abdomen del chapulín y la salida del dióxido de carbono (esferas rojas) por los mismos puntos, mostrando la dirección del intercambio por medio de las flechas de cada color (figura 21).



Figura 21. Visualización 3D del intercambio de gases en el insecto.

2.1.3 Lombriz

En el caso de la respiración cutánea, se seleccionó una lombriz (figura 22), organismo fácil de reconocer por los usuarios.

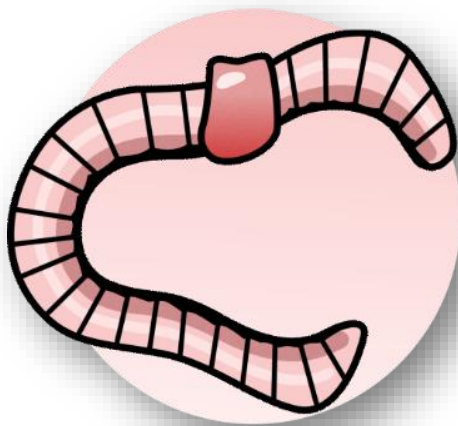


Figura 22. Activador de lombriz.

La animación tridimensional de la lombriz muestra, en un corte sagital del organismo, cómo se realiza el intercambio de gases en la piel. Las lombrices necesitan estar húmedas, lo que favorece que los poros distribuidos por toda su piel se abran y a través de ellos pase el oxígeno disuelto en el agua. La animación permite visualizar la entrada de las moléculas de oxígeno (esferas azules) por diversos puntos en toda la piel de la lombriz y la salida del dióxido de carbono (esferas rojas), mostrando la dirección del intercambio por medio de las flechas de cada color (figura 23).



Figura 23. Visualización 3D del intercambio de gases en la lombriz.

2.1.4 Rana

La rana adulta presenta dos mecanismos respiratorios, por medio de la piel (cutánea) y a través de sus pulmones, por lo que se seleccionó para mostrar que dos tipos de respiración pueden coexistir en un mismo organismo. Al igual que los ejemplos anteriores, se buscó un organismo fácil de reconocer por los usuarios (figura 24).



Figura 24. Activador de rana.

La animación tridimensional de la rana muestra al organismo de forma transparente, permitiendo visualizar las estructuras internas donde se realiza el intercambio de gases (pulmones). En la animación se observa la entrada de las moléculas de oxígeno (esferas azules) por medio de la nariz de la rana y su trayectoria hacia los pulmones, así como la salida del dióxido de carbono (esferas rojas), mostrando la dirección del intercambio por medio de las flechas de cada color. Adicionalmente, en la espalda de la rana, se puede observar cómo se realiza el intercambio de gases en la piel, por lo que, al igual que la lombriz, necesitan estar húmedas para que logren tomar el oxígeno del agua (figura 25).

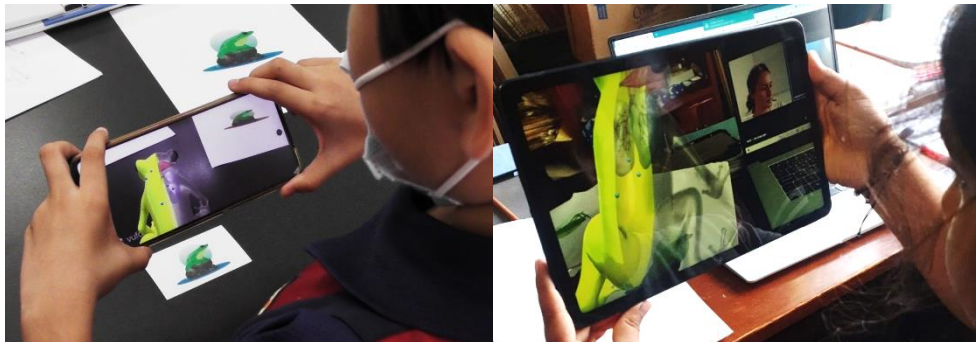


Figura 25. Visualización 3D del intercambio de gases en rana, se distingue el intercambio de gases en la piel y en los pulmones.

2.1.5 Ballena

En el caso de la respiración pulmonar se eligió a la ballena (figura 26), un organismo marino cuya morfología pudiera fomentar la discusión de los usuarios sobre las posibles formas en las que un organismo que habita en el agua puede respirar, lo que comúnmente lleva a pensar que su respiración es a través de branquias.

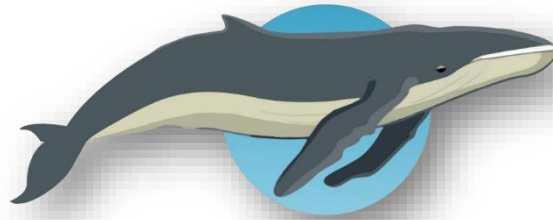


Figura 26. Activador de ballena

La animación tridimensional de la ballena muestra al organismo de forma transparente, permitiendo visualizar las estructuras internas (pulmones) donde se realiza el intercambio de gases. En la animación se observa la entrada de las moléculas de oxígeno (esferas azules) por medio de su espiráculo, ubicado en la parte superior de su cuerpo, su trayectoria hacia los pulmones y la salida del dióxido de carbono (esferas rojas) por el mismo, mostrando la dirección del intercambio por medio de las flechas de cada color (figura 27).

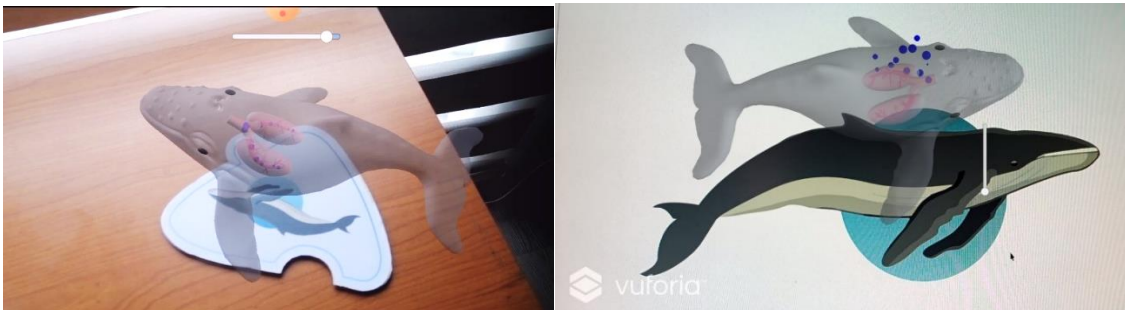


Figura 27. Visualización 3D del intercambio de gases en ballena, se distingue el intercambio de gases en los pulmones.

3. Actividades digitales

En todas las actividades de la estrategia se plantea que el alumno resuelva diferentes tareas, para lo cual se generaron siete actividades digitales como páginas web, que funcionan son bitácoras de registro, que el estudiante va completando a lo largo de cada actividad.

Las siete actividades están organizadas de forma tal que, al resolverlas consecutivamente, el alumno recorre una trayectoria conceptual que le permitirá comprender más sobre las características de los seres vivos y las estrategias adaptativas que cada grupo de organismos presenta para cumplir con ellas y mantenerse con vida. En las versiones digitales se buscó mantener en lo posible la estructura didáctica propuesta en el material físico, esto significa que cada actividad está organizada por fases (Introducción al contexto, Indagación de Ideas, Desarrollo, Fase de discusión y Conclusiones).

Para acceder a ellas, el alumno recibe un hipervínculo que requiere acceso a Internet para abrirse. Conforme avanza a lo largo de las fases, el alumno va revisando información, resolviendo preguntas y diversos ejercicios. En el caso de las actividades que tienen vinculado el trabajo con un interactivo que está fuera de la página web, se indica en la fase correspondiente.

La forma en que se presentan las tareas que el alumno resuelve son diversas, y fueron definidas considerando los grados escolares a los que están dirigidas, tercero y cuarto año. Como es evidente, dependiendo del tema que se aborde en la actividad, varía la extensión de cada fase, así como los ejercicios y preguntas que se plantean. Por ejemplo, pueden resolver preguntas abiertas, elegir entre distintas opciones, o bien, seleccionar una opción escribir una justificación dicha selección.

De acuerdo con el planteamiento de esta etapa del proyecto, para generar las siete páginas web que corresponden a las siete actividades, se propuso utilizar la aplicación QuestionPro, que ofrece la posibilidad de introducir elementos multimedia, como

imágenes, audios y vídeos, necesarios para generar interactividad con el alumno. Utilizar esta aplicación también favorece que se pueda tener acceso a las actividades en línea, para que sean resueltas sincrónica o asincrónicamente, pues se puede acceder a ellas desde cualquier navegador de Internet. Cabe destacar que la versión de QuestionPro que se utilizó es gratuita, lo que implica que se trabajó solo con la gama de herramientas que el proveedor ofrece en forma libre cuando se abre una cuenta de usuario. Aun así, cuenta con flexibilidad estética, y se pueden generar formularios dinámicos, con un diseño más innovador y atractivo al momento de responderla.

Entre las ventajas que ofrece el contar con las actividades en formato de página web a través de QuestionPro, es que se tiene la posibilidad de gestionar los datos (respuestas de los alumnos) en forma más rápida, organizada y eficiente, pues la aplicación ofrece diferentes herramientas para el análisis de datos. A continuación, se señalan algunas de las características que sirvieron para elegir dicha aplicación para trabajar:

- Versión responsable para poder ver las encuestas en línea en cualquier dispositivo móvil.
- Permite elaborar encuestas en línea y sondeos ilimitados.
- Tiene una amplia biblioteca de encuestas editables.
- Permite enviar y compartir las encuestas en línea a través de las redes sociales.
- Permite exportar los datos en Excel, PowerPoint o CSV.
- Permite la personalización del color, así como la integración de algún logo o marca deseable.
- Permite la integración de recursos multimedia (Imágenes, video) para generar preguntas que generen dinamismo a los participantes de la encuesta.
- Asegura tanto el anonimato, así como la confidencialidad de la información que se obtenga, incluso no exige ningún dato personal del participante.

La posibilidad de mantener el anonimato del usuario fue una de las características fundamentales que se tomaron en cuenta para elegir desarrollar las actividades con esta aplicación, pues aunque los Formularios de Google (Google Forms) son más populares,

gratuitos y ofrecen características de trabajo similares, al usarlos no es posible guardar el anonimato de los alumnos a quien van dirigidos, puesto que su funcionamiento está basado en la conexión con cuentas específicas de correo electrónico, lo que es obligatorio para poder realizar la interacción entre quien genera el formulario y los usuarios a los que se les hacen las preguntas.

Por ello y en concordancia con los Lineamientos de Protección de Datos Personales vigentes, se optó por una opción que permitiera la obtención de la información requerida pero que pudiera asegurar el anonimato de los encuestados, recordando que en todos los casos son menores de edad y que la recopilación y manejo de la información recabada tendría que ser autorizada por los padres o tutores legales de estos.

Vale la pena puntualizar que la versión gratuita de QuestionPro utilizada, tiene la limitante de que cada formulario solo puede ser respondido por 300 usuarios. Sin embargo, en esta etapa del proyecto, se consideró la opción más viable para el desarrollo y prueba de las actividades de la estrategia.

3.1 Generación de las actividades de la estrategia como páginas web

Las siete actividades digitales desarrolladas para la estrategia didáctica “Los seres vivos y su ambiente” son:

- Actividad 1. Todos los necesitamos
- Actividad 2. ¿Y para qué lo necesitamos?
- Actividad 3. La ruleta de la Nutrición.
- Actividad 4. La Ruleta de la Nutrición sigue girando.
- Actividad 5. A veces de a 1 y a veces de 2, se forma otro ser.
- Actividad 6. ¡Hagamos parejas, bueno... no siempre!
- Actividad 7. En el agua, tierra o aire... todos respiramos.

Para su generación se utilizó la opción de Crear encuesta que ofrece la aplicación (figura 28), porque es posible definir la estructura que se desea en el formulario. Por ejemplo, se puede poner un título y darle diseño y, en la misma sección, incluir imágenes que asociadas a este; en sus plantillas hay preguntas básicas que pueden usarse (figura 29); generar preguntas de selección múltiple con una o varias respuestas, o bien, definir un menú desplegable que contenga la información a seleccionar; ofrece preguntas con clasificación gráfica, dando al creador la oportunidad de elegir qué clase de pregunta será la adecuada para el formulario, abierta, cerrada, de valoración, cuantitativa o cualitativa.

Nombra tu encuesta		Crear Encuesta	O usa una plantilla		
☐ Nombre de la encuesta	⊖ Creado	⊖ Modificado	⊖ Estado	⊖ Respuestas	
☐ Valoración a los métodos de evaluación	Apr 26 2022	May 03 2022	Activo ▼	0	
☐ Percepción de los libros electrónicos (e-books)	Apr 20 2022	May 03 2022	Activo ▼	115	
☐ Cuestionario acerca del uso de los libros electrónicos	Apr 20 2022	May 03 2022	Activo ▼	120	

Figura 28. Desarrollo de encuesta. Fuente: QuestionPro.

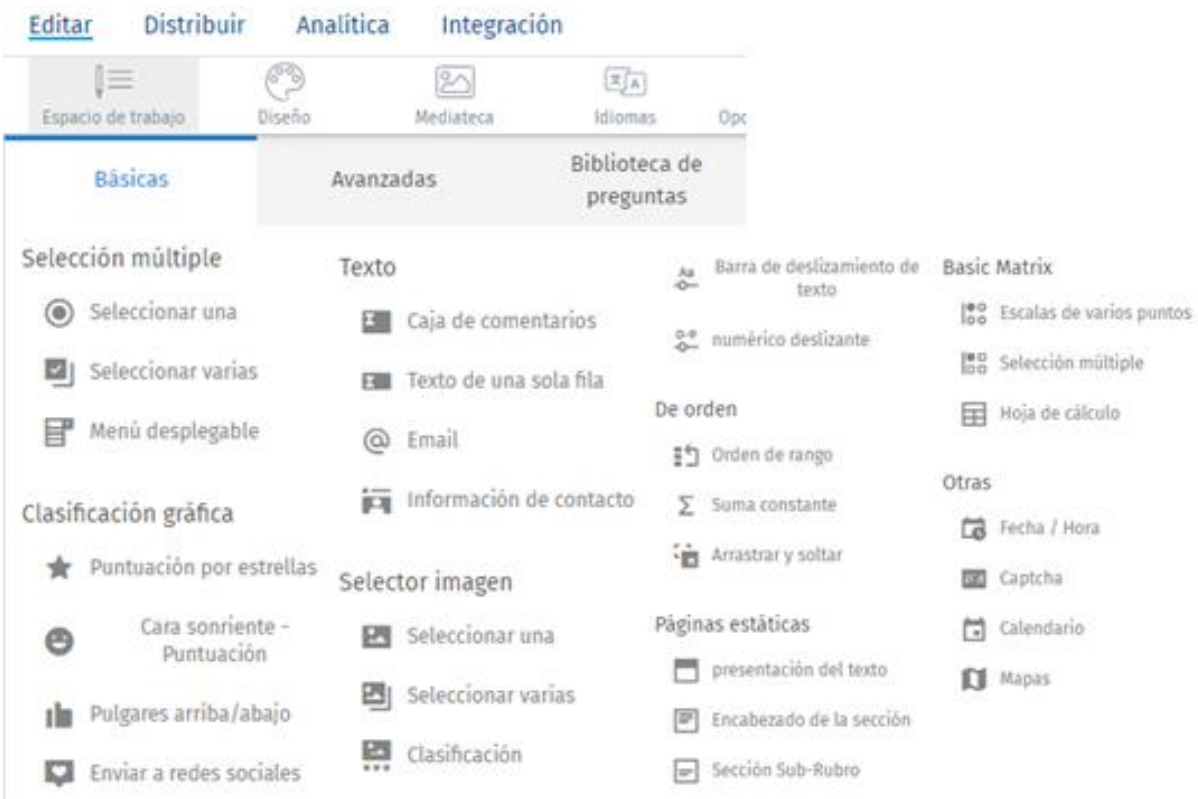


Figura 29. Clasificación de preguntas básicas. Fuente: QuestionPro.

3.1.2 Construcción de la página web de cada actividad

Para el desarrollo de cada actividad, primero se generó un guion con la estructura, y ejercicios que debían mostrarse en cada fase. Después, se realizó el registro y alta en la página web y se construyó cada formulario en línea, con una matriz de doble entrada de los resultados del análisis; esto significa que se utilizaron preguntas basadas en escala de Likert, así como preguntas dicotómicas y abiertas. De acuerdo con el propósito de cada tema a tratar en la actividad, se incluyeron imágenes, videos o hipervínculos externos (figura 30). Cabe señalar que las imágenes se diseñaron exprofeso, de acuerdo con los propósitos de la actividad.

Actividad 1. Todos los necesitamos

Las preguntas marcadas con * son obligatorias

Primer Escenario

18. ¿Cómo se llama este ecosistema?

19. Anota lo que observas en él y las características que presenta:

6. Elige todo lo que necesita la planta que seleccionaste:

Maíz

Tierra con trozos de madera

Aire

Nopal

Tierra con restos de hojas

Agua

Bromelia

Tierra con arena o grava

Actividad 6. ¡Hagamos parejas, bueno... no siempre!

Las preguntas marcadas con * son obligatorias

5. De las cuatro opciones que se muestran, da clic en el ser vivo que prefieras, después, responde las preguntas acerca de su reproducción:

Acodil

Bromelia

Campanilla

Chapulín

6. Nombre del ser vivo que elegiste:

7. Para que ese ser vivo se reproduzca:

¿Siempre necesita pareja?

SI

No

Conclusiones

Como pudiste notar con tantos ejemplos que revisaste, hay una gran variedad en la forma en que los distintos seres vivos cumplen con la función de reproducirse. Con lo que has aprendido hasta ahora, te será muy fácil resolver el último ejercicio de esta actividad. ¡Adelante!

Da clic aquí: ¡Juguemos con lo aprendido!

Cuando termines de resolverlo, recuerda guardar tu crucigrama de la siguiente manera:

¡JUGUEMOS CON LO APRENDIDO!

Figura 30. Diversidad de recursos multimedia incluidos en las actividades de la estrategia. Fuente: QuestionPro

Mantener una identidad gráfica tiene el objetivo de reafirmar que cada una de ellas se integra al concepto visual del proyecto, por lo que la imagen gráfica utilizada en las siete actividades mantiene el lenguaje visual utilizado tanto para los materiales tangibles, como su transformación a la propuesta digital. Así que se conservó la aplicación del imago tipo del proyecto en la placa superior de la pantalla inicial, con la imagen del ecosistema que se está trabajando, en este caso el bosque. También se puede distinguir el escudo de la UNAM y el logotipo del ICAT, con el propósito de resaltar que se trata de un producto académico con derechos patrimoniales protegidos.

Para diferenciar visualmente a todas las actividades, se utilizó un color de texto diferente para cada una de ellas (figura 31).



Figura 31. Pleca de identificación que incluye el imagotipo del proyecto.

Para cada una de las siete actividades se eligió el tipo de interacción más adecuada para cumplir con los objetivos didácticos (ventanas de texto, imágenes fijas, videos, etc.). Por ello, se utilizó un recurso diseñado exprofeso para el proyecto, las imágenes mantienen una continuidad y son las mismas que los usuarios conocen y con las cuales han trabajado en todos los niveles del proyecto (materiales tangibles, actividades interactivas y actividades WEB).

Por ejemplo, en el caso de los videos (Actividad 1) para la descripción de los escenarios (ecosistemas) se usan las imágenes generadas en la primera etapa del proyecto “Escenarios de los ambientes”, (García, et al., 2018); en los videos se hace un *Zoom in* a la imagen general de cada escenario (pastizal y océano) y se realiza un recorrido detallado de todas las áreas, con el fin de que los usuarios puedan visualizar los detalles plasmados en la imagen (figura 32).



Actividad 1. Todos los necesitamos

E

Las preguntas marcadas con * son obligatorias

Desarrollo

Es posible que te sea más sencillo responder a las preguntas anteriores si pensamos en otros animales y plantas, así como en los lugares donde viven. Para ello, observa estos dos escenarios e identifica:

- Las características de cada uno
- En qué se parecen
- En qué son diferentes
- Los organismos presentes en cada uno



Primer Escenario

Figura 32. Visualización del video del ambiente pastizal.

Para ilustrar las actividades se realizaron diversas imágenes, que permiten al usuario reconocer organismos y escenarios vinculados con la actividad y trabajar con ellos. Las imágenes se generaron en blanco y negro con el objetivo de que, en caso necesario, se pueda trabajar con ellas de forma impresa y la reproducción pueda realizarse por medio de fotocopiado, siendo esta la opción económica más accesible, pero sin que se pierda calidad y detalle en las mismas.

Las imágenes son las mismas con las que se ilustra el “Cuaderno de registro para el alumno” impreso, con el que se trabaja y que es parte de la estrategia didáctica (figura 33).



Actividad 2. ¿Y para qué lo necesitamos?

E

Indagación de ideas

Para conocer más sobre las necesidades que pueden tener los animales y las plantas, resuelve el siguiente ejercicio.

LO QUE CREO QUE NECESITAN

3. De las siguientes opciones, selecciona un animal:



Mariposa



Vaca



Pez

LO QUE CREO QUE NECESITA



4. De todo lo que lo rodea, escribe lo que necesita el animal que seleccionaste:

Figura 33. Diseño de ilustraciones para cada actividad.

4. Evaluación

En los siguientes puntos se describe el proceso de evaluación de los materiales digitales realizado.

4.1 Contexto para la evaluación

Una vez que se tuvieron desarrollados los materiales descritos hasta el momento, se generó una propuesta de evaluación con usuarios, la que, a consecuencia de las restricciones derivadas por la pandemia de COVID-19, no pudo ser aplicada en las escuelas primarias de la Sierra Norte de Puebla, cuyas condiciones de infraestructura

definieron las características del trabajo generado. Debido a esto, se contempló aplicarla con un grupo de tercer grado de primaria de una escuela pública, ubicada en la Alcaldía Tlalpan, cuya infraestructura permitía contar con las condiciones básicas (acceso a Internet) para llevar a cabo las pruebas con usuarios. Así que se tuvo un primer acercamiento con la directora del plantel, para presentarle el proyecto, una vez que ella accedió a apoyarnos para la evaluación, informó a todos los profesores, quienes también dieron su anuencia para colaborar. El siguiente paso administrativo consistió en solicitar autorización para acceder a la escuela a la Dirección General de Operación de Servicios Educativos, pero la resolución de esta instancia fue negar el acceso, señalando que, de acuerdo con la Guía Operativa para la Organización y Funcionamiento de los Servicios de Educación Básica, Especial y para Adultos de Escuelas Públicas en la Ciudad de México, en el numeral 32. Acceso al Plantel Educativo, Inciso 38. Ingreso al Plantel Educativo, *“Queda prohibido el acceso, invitación y/o permanencia en el plantel educativo, de toda persona u organización, medios de comunicación, elementos de seguridad u observadores de instituciones federales o locales, ajenas a la institución, así como utilizar las instalaciones oficiales para actividades diferentes a la prestación del servicio educativo”*.

Para subsanar la situación descrita, se generó una propuesta diferente, que consistió en hacer una invitación directa a la comunidad del ICAT, para que convocaran a sus familiares, amigos o conocidos de entre nueve y 12 años, que estuvieran cursando la escuela primaria, con el fin de asistir a las instalaciones del ICAT y nos ayudaran haciendo uso de los materiales y los evaluaran individualmente. Debido a que los estudiantes de este nivel educativo tienen poca posibilidad de asistir a Ciudad Universitaria en días hábiles, pues por lo general asisten a la escuela en el turno matutino y no les es posible trasladarse solos por la tarde, se propuso una segunda modalidad para que nos apoyaran, que fue realizar las pruebas a distancia o por vía remota, lo que permitió que, al final, se lograra la participación de 10 usuarios de primaria que trabajaron y evaluaron los materiales.

4.2 Instrumentos de evaluación

Para cada interactivo se diseñaron instrumentos de evaluación (cuestionario), con el objetivo de contar con información acerca de la eficiencia identificado por los usuarios y su aceptación hacia los desarrollos. Estos instrumentos permiten conocer qué factores de cada material requieren modificación, sustitución o eliminación con relación a los procesos que se realizan en cada actividad, tales como interacción, navegación, visualización, comprensión y la eficiencia.

Para los interactivos “Adivina quién soy” y “Ruleta de la nutrición”, así como para las “Actividades digitales”, se generaron dos tipos de cuestionario con objetivos específicos, función y estética. Con el de función, el objetivo es determinar si las áreas activas, botones, animaciones, rutas de navegación e hipervínculos, funcionan correctamente, así como si el tamaño, distribución y localización de la información visual (textos e imágenes) es la apropiada para la comprensión de los temas abordados. En el caso del instrumento de estética, el propósito es determinar si los usuarios perciben de forma atractiva, agradable y armónica la información visual y auditiva, solo para el “Adivina quién soy”, que se despliega durante el uso de las actividades. Por ejemplo, la paleta de colores utilizada, la relación forma-fondo, la morfología de botones, áreas activas y, en general, todo aquello que al usuario pueda serle atractivo y significativo.

En el caso de las actividades con AR, y dadas las particulares características del uso de estas, una sola evaluación combina la funcionalidad y la percepción estética.

Los instrumentos generados nos permiten conocer aspectos como:

- Utilidad: referido al grado en que un producto ofrece posibilidad al usuario de conseguir sus metas, y como valoración de la motivación del usuario por utilizar ese producto. La interfaz tiene como objetivo ayudar al usuario, si no cumple con ello puede considerarse inútil, aunque esta pueda utilizarse habitualmente.
- Efectividad: se refiere al grado en que una interfaz facilita que un usuario realice la tarea para la que fue diseñada. Que una interfaz sea efectiva, se relaciona

estrictamente con su programación (software) y con sus condiciones de funcionamiento (hardware).

- **Fiabilidad:** puede definirse como la “capacidad de buen funcionamiento de un sistema en las condiciones ambientales y el tiempo de vida previstos” (Shneiderman, 1998). Esto es, la interfaz no debe fallar en condiciones de funcionamiento normales.
- **Usabilidad:** Definida como la medición de la calidad de la experiencia del usuario en interacción con un sistema (facilidad de aprendizaje + facilidad de navegación + los conceptos se captan rápida y correctamente + se visualiza y funciona en todos los dispositivos).
- **Eficiencia:** se define como el “sentimiento del usuario al poder realizar sus tareas de una manera rápida y efectiva”. El usuario debe reconocer que el sistema le ayudó a conseguir sus objetivos.
- **Consistencia:** es el principio por el cual los elementos relacionados deben ser presentados de forma idéntica e inequívocamente. Iconos, botones, menús, tipografía, etc. deben ser consistentes con lo que representan. Deberá funcionar igual en cualquier sistema y/o plataforma. Debe ser percibido igual por todos los usuarios.
- **Satisfacción del usuario:** la “capacidad de la interfaz de interaccionar con el usuario de forma agradable para este último”. Esta “forma agradable” será evaluada en función de la actitud del usuario frente a la interfaz si un usuario considera que la interfaz no es usable, la interfaz, simplemente, no es usada.

En cuanto a su estructura, todos los cuestionarios solicitan datos generales del usuario: si su escuela es pública o privada, grado escolar que cursa y la fecha en que trabajó y evaluó los materiales.

En el caso particular de los instrumentos de evaluación de los interactivos “Adivina quién soy”, “Ruleta de la nutrición” y las “Actividades con AR”) en la primera pregunta se indaga con cuáles dispositivos (computadora de escritorio, computadora portátil, tableta,

teléfono, consola de videojuegos) está familiarizado el usuario, con el fin contar con un parámetro sobre sus habilidades para manejar las actividades digitales desarrolladas.

En todos los cuestionarios están presentes dos interrogantes para que el usuario se familiarice con la forma en que debe responder, pues todas las preguntas se contestan mediante una escala de Likert, con cinco opciones que definen el nivel de acuerdo o desacuerdo que tiene con respecto a lo que se le cuestiona. Debido a que en este caso los usuarios son alumnos de primaria, cada opción tiene el nombre y va acompañada de una cara que la representa (por la expresión de la boca del dibujo y un color distintivo) (figura 34). Estas preguntas están referidas al interés del alumno por asistir a clases y convivir con sus compañeros.

Ruleta de la Nutrición

Escuela:

Grado: Fecha: / /2022

1. ¿Cuáles de estos equipos he usado?

Computadora de escritorio Computadora portátil Tableta Teléfono Consola de juegos

2. Me gusta convivir con mis compañeros de la escuela.

Nada Poco Regular Bastante Mucho

3. Me gusta venir a la escuela para aprender cosas nuevas.

Nada Poco Regular Bastante Mucho

Los seres vivos y su ambiente

Figura 33. Ejemplo de la estructura de las preguntas en los instrumentos de evaluación desarrollados.

El resto de las preguntas de cada instrumento son específicas para la evaluación del material que el usuario emplea, dependiendo si se trata de la versión de función o estética.

4.3 Caracterización de la muestra de usuarios

La etapa de evaluación se desarrolló en el periodo del 17 de octubre al 11 de noviembre de 2022. En ella participaron un total de diez alumnos, nueve de primaria y uno de primer año de secundaria, cuyas edades oscilaron entre los ocho y 12 años. Cinco fueron mujeres y cinco hombres. En la tabla 1 se presentan los detalles de cada participante.

Alumno	Fecha de prueba	Género	Edad	Escuela	Grado	Modalidad
1	17/octubre/2022	Niño	9 años	Pública	4° de primaria	Presencial
2	18/octubre/2022	Niño	12 años	Privada	1° de secundaria	Presencial
3	20/octubre/2022	Niña	9 años	Pública	4° de primaria	En línea
4	22/octubre/2022	Niña	11 años	Privada	5° de primaria	Presencial
5	24/octubre/2022	Niña	10 años	Privada	4° de primaria	Presencial
6	26/octubre/2022	Niña	8 años	Privada	3° de primaria	En línea
7	28/octubre/2022	Niño	12 años	Pública	6° de primaria	Presencial
8	28/octubre/2022	Niña	9 años	Pública	5° de primaria	En línea
9	28/octubre/2022	Niño	9 años	Privada	4° de primaria	Presencial
10	11/noviembre/2022	Niño	11 años	Privada	5° de primaria	En línea

Tabla 1. Datos generales de los usuarios participantes en la fase de evaluación del material didáctico.

4.4 Descripción del procedimiento de evaluación

Los seis estudiantes que asistieron al ICAT para realizar las pruebas, trabajaron con las computadoras (laptop o tableta) del GCDC, así como con los teléfonos inteligentes de integrantes del Grupo. La dinámica fue trabajar en forma individual con cada alumno, e incluyó a dos académicos, uno como observador y apoyo en las cuestiones tecnológicas, así como para tomar fotografías como evidencia y registrar la información que identificara fuera relevante para mejorar los materiales, esto derivado de la interacción del usuario con ellos. La otra académica mantuvo la interacción directa con el usuario, guiando el trabajo con los materiales, por lo que daba una introducción al alumno sobre lo que harían, el tema a abordar y con preguntas y comentarios, orientaba las acciones que el usuario debía realizar (figura 34). Una vez que se revisaba cada material interactivo, se solicitaba al estudiante que completara la hoja de evaluación correspondiente. Cada sesión de trabajo por alumno se llevó a cabo en una hora y media o dos horas.



Figura 34. Prueba con usuario utilizando PC con Windows.

Los cuatro usuarios que probaron los materiales en línea (figura 35), también lo hicieron de forma individual y trabajaron con la laptop, tableta y teléfono inteligente de una estudiante de doctorado en pedagogía, quien estaba a su lado para indicarle qué material debían revisar. Las sesiones se llevaron a cabo a través de la plataforma Meet, y en ella participaron los dos académicos del GCDC, cuyas funciones fueron las mismas que en el formato de evaluación presencial. Estas sesiones duraron en promedio dos horas.

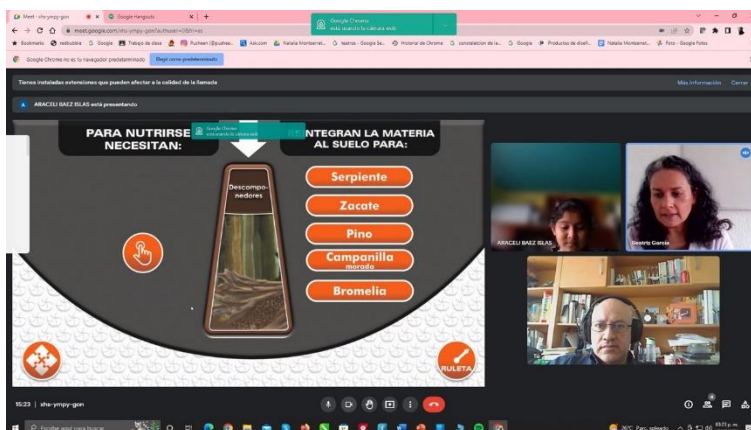


Figura 35. Prueba con usuario a distancia utilizando Meet en una PC con Windows.

4.5 Evaluación de los materiales digitales

Ante la imposibilidad de probar todos los materiales desarrollados, pues, por un lado, aplicar toda la estrategia didáctica requiere siete sesiones de dos horas en promedio, y por otro lado, como el objetivo de esta etapa era la prueba de los materiales con usuarios, se optó por pedir a los alumnos que trabajaran solo con algunos de los interactivos, de forma tal que, al final, se contara con pruebas de todos los materiales. Cabe mencionar que se dio prioridad a aquellos que implicaban mayor complejidad o requerían identificar más detalles de la forma en que los usuarios lo utilizaban y comprendían cómo trabajar con ellos, o bien, que algunas cuestiones de programación o diseño fueran relevantes para observar en esta etapa, como es el caso de la Ruleta de la Nutrición y las Siluetas de la Respiración. En la tabla 2 se indican cuántas evaluaciones hicieron los usuarios de cada material.

Material	Usuarios que lo probaron	Evaluación hecha
Adivina quién soy	1	Función
Adivina quién soy	2	Estética
Ruleta de la nutrición	3	Función
Ruleta de la nutrición	6	Estética
Actividades digitales	7	Función
Actividades digitales	3	Estética
Siluetas de la respiración	9	Función/Estética

Tabla 2. Detalle de la evaluación realizada a cada material digital por parte de los usuarios participantes.

4.6 Resultados de la evaluación

Con la información aportada por los usuarios, se generó una base de datos. Para analizar los resultados, cada instrumento se trabajó de manera independiente, de tal forma que, por cada cuestionario, las preguntas se organizaron de acuerdo con la información que aportaban, quedando de la siguiente manera:

Instrumento Ruleta de la Nutrición. Función. Cuatro aspectos: interacción, visualización de la interfaz, navegación y comprensión conceptual.

Instrumento Ruleta de la Nutrición. Estética. Cuatro aspectos: interacción, visualización de interfaz, navegación y satisfacción de uso.

Instrumento Adivina quién soy. Función. Cuatro aspectos: interacción, visualización de interfaz, navegación y comprensión conceptual.

Instrumento Adivina quién soy. Estética. Tres aspectos: visualización de interfaz, navegación y satisfacción de uso.

Instrumento Actividades digitales. Función. Cuatro aspectos: interacción, visualización de interfaz, navegación y comprensión conceptual.

Instrumento Actividades digitales. Estética. Tres aspectos: interacción, visualización de interfaz, navegación.

Instrumento Siluetas de la respiración. Función y estética. Tres aspectos: visualización de interfaz, comprensión conceptual e interacción con los equipos.

A partir de esta categorización, se agruparon las respuestas de los usuarios para conocer su apreciación de cada aspecto. Dicha información se presenta, por instrumento, en tablas que sintetizan la valoración hecha por los alumnos.

La tabla 3 muestra lo referente a la Ruleta de la Nutrición (figura 36) sobre su función, en ella, puede notarse que las calificaciones dadas por los usuarios que la utilizaron con respecto a interacción, visualización de la interfaz, navegación y comprensión conceptual, se ubican mayoritariamente en los niveles de Bastante y Mucho. Cabe señalar que las valoraciones regulares (una por criterio) se refieren a la presencia de los símbolos de “paloma” y “tache” que daban retroalimentación al usuario sobre sus respuestas, así como si los colores y tamaños de los botones facilitaban la lectura del texto.



Figura 37. Usuario utilizando la Ruleta de la nutrición en una tableta con Android.

Ruleta de la Nutrición. Función			
Interacción (3 preguntas)	3 evaluaciones	Visualización de interfaz (2 preguntas)	3 evaluaciones
Mucho	5	Mucho	3
Bastante	3	Bastante	2
Regular	1	Regular	1
Navegación (2 preguntas)	3 evaluaciones	Comprensión conceptual (2 preguntas)	3 evaluaciones
Mucho	3	Mucho	3
Bastante	3	Bastante	3

Tabla 3. Valoración de los usuarios dada a la actividad interactiva Ruleta de la Nutrición, sobre interacción, visualización de la interfaz, navegación y comprensión conceptual, obtenidos en el instrumento de Función.

En la tabla 4 se muestra lo referente a la Ruleta de la Nutrición con respecto a la estética, donde mayoritariamente se obtuvieron calificaciones de Mucho y Bastante sobre la aceptación del material a la interacción, visualización de la interfaz, navegación y satisfacción de uso (figura 38).



Figura 38. Usuario usando la interfaz gráfica de la Ruleta de la nutrición en PC portátil con Windows.

La calificación de Regular se señaló para Navegación en tres ocasiones, uno por cada criterio: “Me gusta la forma, color y tamaño de los botones de las secciones de la pantalla de inicio”, “Es fácil ver y usar los botones para ir a otras secciones de la actividad” y “Me gusta la forma, color y tamaño de los botones de las secciones de la pantalla de la ruleta”. Poco se obtuvo en Navegación con un punto para el criterio “Me gusta la forma, color y tamaño de los botones de las secciones de la pantalla de inicio” y “Es fácil ver y usar los botones para ir a otras secciones de la actividad”; así como para Visualización de la interfaz, con respecto a si los colores y tamaños de los botones facilitaban la lectura de los textos.

Ruleta de la Nutrición. Estética			
Interacción (2 preguntas)	6 evaluaciones	Visualización de interfaz (2 preguntas)	6 evaluaciones
Mucho	12	Mucho	9
		Bastante	2
		Poco	1
Navegación (4 preguntas)	6 evaluaciones	Satisfacción de uso (1 preguntas)	6 evaluaciones
Mucho	17	Mucho	5
Bastante	2	Bastante	1
Regular	3		
Poco	2		

Tabla 4. Valoración de los usuarios dada a la actividad interactiva Ruleta de la Nutrición, sobre interacción, visualización de la interfaz, navegación y comprensión conceptual, obtenidos en el instrumento de Estética.

La tabla 5 muestra la valoración de los usuarios con respecto al material interactivo Adivina quién soy (figura 40) sobre función. Como puede apreciarse, la valoración es alta en todos los criterios evaluados.

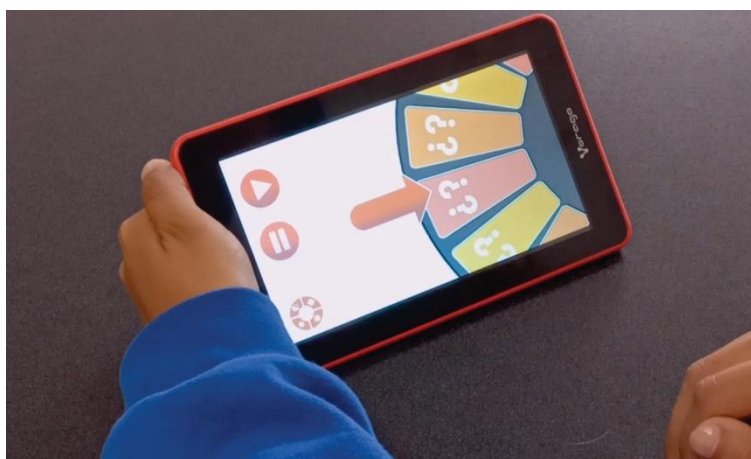


Figura 39. Usuario usando la actividad Adivina quién soy en una tableta con Android.

Adivina quién soy. Función			
Interacción (3 preguntas)	1 evaluación	Visualización de interfaz (3 preguntas)	1 evaluación
Mucho	3	Mucho	3
Navegación (2 preguntas)	1 evaluación	Comprensión conceptual (1 preguntas)	1 evaluación
Mucho	2	Mucho	

Tabla 5. Valoración de los usuarios dada a la actividad interactiva Adivina quién soy, sobre interacción, visualización de la interfaz, navegación y comprensión conceptual, obtenidos en el instrumento de Función.

La tabla 6 corresponde a los resultados obtenidos para el material interactivo Adivina quién soy con respecto a la estética (figura 41). Para este caso, los usuarios calificaron con mucho y bastante casi todos los criterios, a excepción de un regular, asignado a “Los colores de las tarjetas me ayudan a distinguir con facilidad qué características describe cada una”.

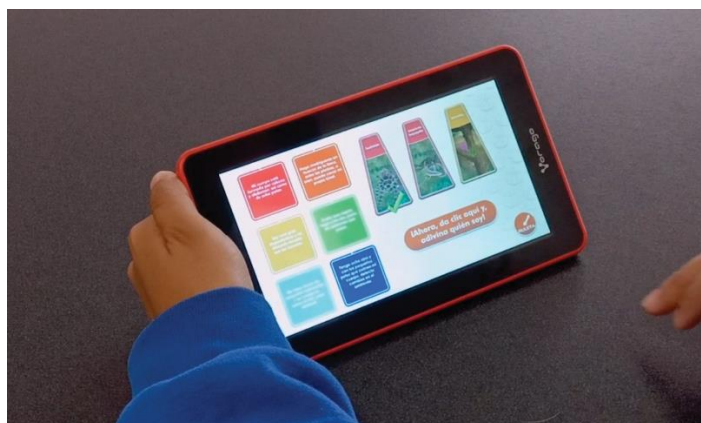


Figura 40. Usuario usando la actividad Adivina quién soy en una tableta con Android.

Adivina quién soy. Estética					
Visualización de interfaz (4 preguntas)	2 evaluaciones	Navegación (2 preguntas)	2 evaluaciones	Satisfacción de uso (1 pregunta)	2 evaluaciones
Mucho	4	Mucho	2	Mucho	1
Bastante	3	Bastante	2		
Regular	1				

Tabla 6. Valoración de los usuarios dada a la actividad interactiva Adivina quién soy, sobre interacción, visualización de la interfaz, navegación y comprensión conceptual, obtenidos en el instrumento de Estética.

En la tabla 7 se presenta lo referente a las calificaciones dadas por los usuarios a las Actividades digitales (siete actividades). Destacan los datos que corresponde con las valoraciones de Regular y Nada en Visualización de la interfaz, con respecto a que el título de la actividad les permitía reconocer el tema a trabajar. Aquí cabe señalar que los observadores del trabajo de los alumnos notaron que, en general, los usuarios no se enfocaron en este aspecto, pues directamente se iban a leer el texto introductorio (figura 41). Por su parte, las valoraciones de Regular (6), Poco (1) y Nada (1) sobre Comprensión conceptual pueden considerarse válidas, puesto que todos los materiales están desarrollados para trabajo en el aula, con la participación de más compañeros y con la guía del profesor.

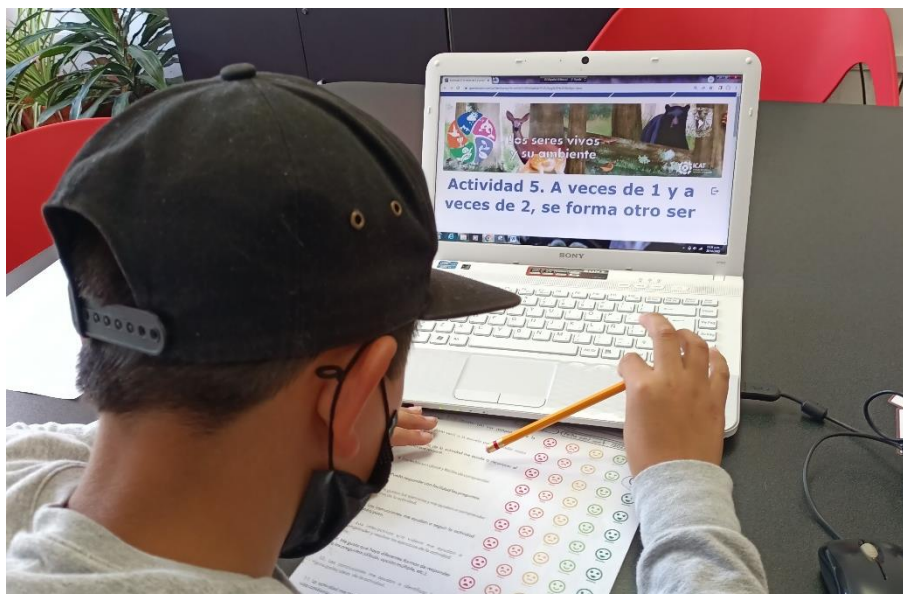


Figura 42. Usuario realizando la actividad 5 en una PC con Windows.

Actividades digitales. Función			
Interacción (1 pregunta)	7 evaluaciones	Visualización de interfaz (2 preguntas)	7 evaluaciones
Mucho	6	Mucho	8
Bastante	1	Bastante	3
		Regular	2
		Nada	1
Navegación (1 pregunta)	7 evaluaciones	Comprensión conceptual (6 preguntas)	7 evaluaciones
Mucho	6	Mucho	24
Bastante	1	Bastante	10
		Regular	6
		Poco	1
		Nada	1

Tabla 7. Valoración de los usuarios para las actividades digitales, sobre interacción, visualización de la interfaz, navegación y comprensión conceptual, obtenidos en el instrumento de Función.

La tabla 8 muestra la calificación de los usuarios con respecto a las Actividades digitales sobre estética, Visualización de la interfaz se distinguen tres valoraciones de Regular, una por cada uno de estos puntos: “El tamaño y color de la letra me permiten leer con facilidad”, “Las palabras o frases resaltadas me ayudan a identificar fácilmente los puntos importantes” y “Si hay videos, es fácil observarlos para resolver los ejercicios”; un usuario marcó Nada en “Si hay videos, es fácil observarlos para resolver los ejercicios”. Hay que puntualizar que no todas las actividades tienen videos, por lo que los alumnos que respondieron con Regular y Nada trabajaron actividades que no los contenían, y de esta manera manifestaron que no estaban presentes en lo que realizaron.

Actividades digitales. Estética					
Interacción (1 pregunta)	3 evaluaciones	Visualización de interfaz (6 preguntas)	3 evaluaciones	Navegación (1 pregunta)	3 evaluaciones
Mucho	2	Mucho	8	Mucho	2
Bastante	1	Bastante	6	Bastante	1
		Regular	3		
		Nada	1		

Tabla 8. Valoración de los usuarios para las actividades digitales, sobre interacción, visualización de la interfaz y navegación, obtenidos en el instrumento de Estética.

En la tabla 9 se sintetiza las ideas expresadas por los usuarios sobre las actividades digitales en RA Siluetas de la respiración (figura 43). Como puede notarse, se alcanzaron muy buenas apreciaciones por parte de los alumnos, y lo que marcaron como Regular en Comprensión conceptual sobre los puntos “La imagen animada me permite ver el tipo de estructura que utiliza el organismo para respirar” (una vez), “Es fácil distinguir qué tipo de respiración tiene el organismo al verlo por todos sus lados” (una vez), Es fácil ver cómo se mueven las esferas que muestran el intercambio de gases” (dos veces) y “Entiendo bien por qué las esferas cambian de color en la imagen animada y lo que significan las flechas” (una vez), así como “Es fácil utilizar el equipo (teléfono) para ver la imagen animada” (tres veces) referido a Interacción con los equipos, muy posiblemente se debe

a que la memoria del dispositivo (teléfono celular) utilizado está saturada y la animación se traba con facilidad, o bien, se detectó que cuando hay poca luz, puede ocurrir que el celular tarde o no logre reconocer el activador. Además, de nueva cuenta vale la pena señalar que es importante la guía por parte del docente, para que el alumno pueda analizar con más detalle el tema de respiración y comprenda el porqué de las diferencias entre los mecanismos respiratorios de los diferentes ejemplos que se revisan.

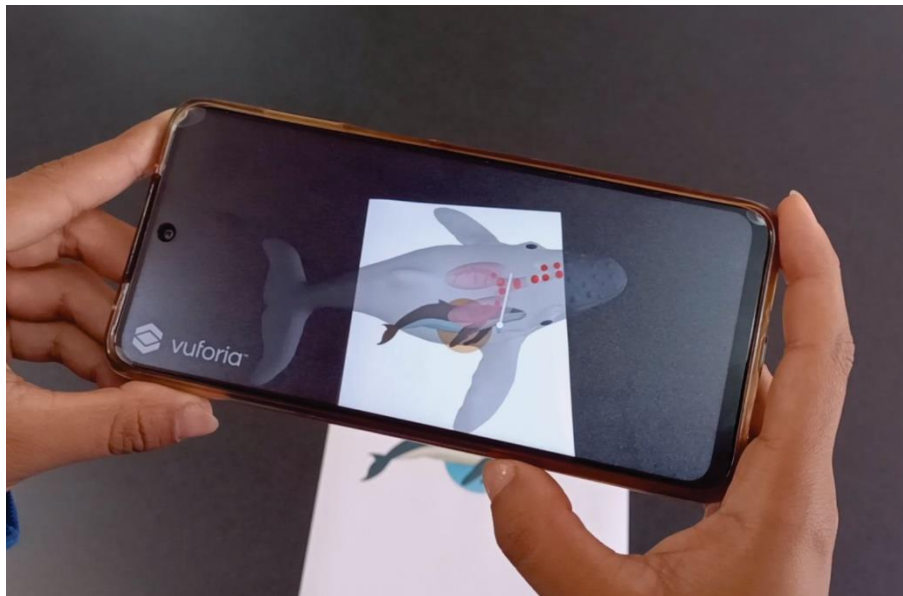


Figura 42. Animación 3D de ballena usada en un teléfono inteligente con Android.

Siluetas de la respiración. Función y estética					
Visualización de interfaz (2 preguntas)	9 evaluaciones	Comprensión conceptual (4 preguntas)	9 evaluaciones	Interacción con los equipos (2 preguntas)	9 evaluaciones
Mucho	12	Mucho	24	Mucho	3
Bastante	6	Bastante	7	Bastante	3
		Regular	5	Regular	3

Tabla 9. Valoración de los usuarios para la actividad interactiva Siluetas de la respiración, sobre visualización de la interfaz, comprensión conceptual e interacción con los equipos, obtenidos en el instrumento de Función y Estética.

Comentarios finales

Este informe resume todas las acciones realizadas para concluir el proyecto “Diseño y desarrollo de materiales didácticos y de una propuesta educativa con enfoque multicultural sobre la construcción de la noción de seres vivos en comunidades indígenas”.

Actualmente se cuenta con el Libro del profesor, El cuaderno digital del alumno, las actividades interactivas “Adivina quién soy”, “Ruleta de la nutrición”, “Siluetas de la respiración” (cinco desarrollos), listas para ser aplicadas en aula. Es importante destacar que, derivado de investigaciones previas hechas dentro del GCDC con profesores del nivel básico, recomendamos que los docentes reciban una capacitación tanto conceptual como didáctica previa a su trabajo con los alumnos, para fortalecer su base teórica y comprendan cabalmente la estructura y propósito de la propuesta, así como mejoren sus habilidades para hacer uso de la tecnología digital.

En cuanto a la evaluación de los materiales digitales hecha con usuarios, es evidente que las dificultades para llevarla a cabo en el aula impidieron hacer un análisis más detallado. Sin embargo, los resultados obtenidos permitieron identificar que es posible utilizar los materiales con los requerimientos técnicos básicos contemplados en al inicio de su desarrollo, además de lo importante que es la guía del docente para que los alumnos hagan uso de los diferentes recursos y comprendan los propósitos conceptuales que se persiguen al emplearlos.

De las calificaciones dadas por los usuarios a los distintos criterios analizados, así como de las observaciones hechas por los integrantes del equipo que llevaron a cabo las pruebas, se identificaron algunos aspectos relacionados con la redacción y precisión de algunas preguntas e instrucciones, tanto en las actividades digitales como en los interactivos; dificultad para que los alumnos comprendieran fácilmente las instrucciones que debían seguir para trabajar La Ruleta de la nutrición; que los teléfonos inteligentes que se utilicen para las actividades en realidad aumentada tengan suficiente capacidad de memoria RAM (2.0 GB) para que funcionen adecuadamente.

A partir de ello, se realizaron las adecuaciones y modificaciones pertinentes, por ejemplo, en los textos se simplificaron las preguntas que lo requerían y se ajustó la redacción en donde fue necesario. Para hacer más amigable y fácil de entender el video de instrucciones de la Ruleta de la nutrición, se diseñaron e integraron a este dos personajes, siluetas de chica y chico en cuatro posiciones, que aparecen en los diferentes pasos que el usuarios debe seguir para trabajar la Ruleta, así, la señalización que los personajes hacen con sus manos favorece que los alumnos puedan distinguir los botones, colores y acciones relevantes que hay que tomar en cuenta para trabajar con este material interactivo.

Conclusiones

De esta manera, podemos concluir que el trabajo realizado para diseñar, evaluar y modificar los materiales interactivos generados permitió que actualmente se cuente con materiales que son útiles, efectivos, fiables, eficientes, consistentes, con una buena usabilidad y son satisfactorios para el usuario. Esto permite que, al ser empleados en conjunto con el Libro para el profesor dentro del aula, promuevan una mejor comprensión de los alumnos sobre la noción de ser vivo.

Agradecimientos

Al director de la escuela primaria indígena Juan Francisco Lucas, Dr. Eustacio López Marcos, así como a los profesores y alumnos, por aceptar participar y apoyar en este proyecto en sus primeras fases.

A los estudiantes de servicio social, Diana Karen González Gutiérrez y Ricardo Ramírez Chávez del Centro de Investigaciones en Diseño Industrial de la UNAM quienes colaboraron en las actividades Adivina quién soy y Ruleta de la nutrición.

A los estudiantes de servicio social Luis Rodrigo Canela Martínez, César Santos Navarro, Ailyn Fernanda Avalos Albino y Cassandra Rodríguez Mojica del Centro de Investigaciones en Diseño Industrial de la UNAM por su colaboración en el desarrollo de los organismos de realidad aumentada (rana, planta, ballena, lombriz y chapulín) respectivamente.

A la estudiante Katia Guadalupe Quijano Domínguez de la Facultad de Artes y Diseño por la ilustración de las actividades digitales.

A las estudiantes de servicio social Ana María Ponce López y Valeria Sofía Hernández Rivera, que apoyaron en la revisión de los materiales y en el desarrollo de un nuevo prototipo de las Siluetas de la respiración, respectivamente.

A la alumna Paola Villarello Cosio, por generar las plantillas de las actividades digitales, generar los videos de instrucciones y apoyar en la realización de los ajustes finales de todos los materiales digitales.

A los niños Axel, Pablo, Alicia, Natalia, Ananda, Antonela, Emilio, Eliza, Mateo y Emiliano que participaron en la evaluación de los desarrollos, así como a sus familiares, por brindar las facilidades para que esto ocurriera.

A la Mtra. Araceli Báez Islas por apoyarnos con las evaluaciones de los materiales en la modalidad remota.

Referencias Bibliográficas

Altomari, A. (2017) *Realidad virtual y realidad aumentada en la educación, una instantánea nacional e internacional*. Economía creativa, (7), 34-65.

García-Rivera, B., Albornoz, H. A., Gallegos-Cázares, L., Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F. (2018) *Estrategia didáctica: Los seres vivos y sus características, Primera etapa: Desarrollo de la secuencia didáctica y de los materiales didácticos prototipo para trabajarla en el aula*. México. UNAM, Informe Técnico II-TECC- 2018-515, ICAT, UNAM.

Ginjaume, Ariadna. (2022) Uso y significado de los colores en marketing y diseño. *Branding & diseño* [blog] 16 noviembre, Disponible en: <https://www.ondho.com/uso-significado-los-colores-marketing-diseno/> [consulta: 20 noviembre 2022].

González, Laura. (2020) ¿Cuáles son los sistemas operativos más utilizados en el mundo? *Emagister* [blog] Disponible en: <https://www.emagister.com/blog/cuales-son-los-sistemas-operativos-mas-utilizados-en-el-mundo/> [consulta: 10 abril 2021].

Slater, M. (2018) Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology*, 109(3), 431-433.

Shneiderman, Ben. (1998) *Designing the user interface: Strategies for effective Human-Computer Interaction*. 3ª ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.