

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Computación



T E S I S

**“APLICACIÓN INTERACTIVA DIGITAL PARA APOYO A NIÑOS CON DISLEXIA
FONOLÓGICA”**

Presenta: MARCO ANTONIO REYES PÉREZ

Para obtener el grado de: LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Directora: DRA. ETELVINA ARCHUNDIA SIERRA

Puebla, Pue, Noviembre 2025

Dedicatoria

A mi hermana

Te dedico esta tesis llena de arduo trabajo y esmero, dando lo mejor de mí, pero también gracias a tu gran apoyo, que con esfuerzo y amor me entregaste. Fuiste, eres y serás un pilar importante para que lograra este objetivo. Tal vez fue mi disciplina y entrega lo que dio resultado, pero desde un inicio siempre estuvo tu amor y apoyo; sin eso, se me hubiera hecho difícil llegar a donde estoy. En esta etapa lograste ser la persona que me demostró que todo se puede, y así como tú me apoyaste, espero que este trabajo también ayude a quienes va dirigido y tenga el resultado esperado.

A mi madre

Esta tesis está realizada con todo aquello que aprendí de ti: ser disciplinado, ingenioso y creativo. Te dedico este trabajo, que lleva mucho de aquello que me decías cada día al ir a la escuela: “Pon atención y anota todo para que entiendas”. Tu amor, apoyo y enseñanza están reflejados en esta tesis, y espero que este trabajo transmita la misma enseñanza que tú me diste.

A mi padre

Cuando era pequeño me demostraste el valor del trabajo, y eso está plasmado aquí. Te dedico esta tesis, la cual está llena de esfuerzo y dedicación. Tú fuiste el impulso para salir de mi zona de confort y descubrir cosas y lugares nuevos; gracias a ello logré este objetivo.

Gracias por ser mi hermana y mis padres, y por darme todas las herramientas, la inteligencia y la formación a su manera. Espero que este sea uno de muchos objetivos logrados, y lo más importante: que ustedes estén ahí para disfrutarlos conmigo.

Con todo mi amor y gratitud,

Marco Antonio Reyes Pérez

Agradecimientos

Quiero dar mi más grande agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a mi hermana, la Ing. Margarita Cecilia Reyes Pérez. Gracias por ser un gran ejemplo a seguir y por el enorme apoyo que me brindaste. Eres una excelente mujer a quien agradezco tener en mi vida, porque sin ti esto hubiera sido difícil o, tal vez, ni siquiera hubiera sucedido. Gracias por esa atención, amor y ánimo que desde pequeño me diste.

Asimismo, quiero agradecer a mi madre, Adelina Pérez Aguilar, y a mi padre, Antonio Reyes Méndez, gracias por educarme de una buena manera, por inculcarme el estudio y la responsabilidad. Gracias por siempre aceptar mis decisiones y ser parte de este viaje que implicó salir de casa; a pesar de la distancia que hubo en esta etapa, nunca sentí lejanía, ya que, gracias a sus mensajes y llamadas, siempre estaban ahí. Agradezco a Dios por hacerme pertenecer a esta pequeña familia, pero de enorme corazón, y por darme salud, inteligencia y capacidad para lograr este objetivo. Padres y hermana, los amo mucho y gracias por hacer posible este logro que alcanzamos juntos.

También quiero agradecer a mi pareja, Ariadna Sahuantitla López, gracias por ser el motivo para no abandonar la carrera en momentos difíciles, por siempre apoyarme, darme ánimo y ser mi guía cuando no encontraba el camino. Gracias por confiar en mí y no dejarme solo en los momentos más complicados. Agradezco profundamente a tus padres por el apoyo y recibimiento que me brindaron, y a tu hermana, Lic. Mariana Sahuantitla López, por ser la inspiración del tema elegido en esta tesis; gracias a sus recomendaciones y ejemplos de actividades, el camino fue mucho más claro.

De la misma forma, agradezco al Lic. Adrián León Díaz, especialista en el tema al que va dedicada esta tesis, por sus valiosos consejos y puntos de vista que contribuyeron a que este trabajo tuviera un excelente resultado.

También quiero expresar mi agradecimiento a mi asesora de tesis, Dra. Etelvina Archundia Sierra, por su paciencia y apoyo constante durante todo el proceso. Sus sugerencias fueron de gran ayuda para lograr los objetivos propuestos. ¡Infinitas gracias!

Y a todas aquellas personas que no he mencionado, pero que llevo presentes, gracias por ser parte de este camino y brindarme su apoyo cuando más lo necesité.

INDICE

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos.....	3
Capítulo 1. Introducción.	8
1.1. Introducción	9
1.2. Planteamiento del problema	9
1.3. Objetivo general.	10
1.4. Objetivo específico	10
1.5. Justificación	11
Capítulo 2. Estado del arte y marco teórico	12
2.1. Estado del arte: educar en la diversidad desde entornos inclusivos en especial a niños con Dislexia Fonológica.	13
2.2. Interacción humano-computadora	15
2.3. Diseño Centrado en el usuario	15
Principios del Diseño Centrado en el Usuario	16
Análisis de usuarios	16
Definición de requisitos	16
Prototipado y pruebas con usuarios	17
Beneficios del DCU en el Aprendizaje de Niños con Dislexia Fonológica	17
Capítulo 3. Análisis y diseño	18
3.1. Requerimientos centrados en el usuario	19
3.2. Análisis	19
3.3. Diseño	23
Capítulo 4. Implementación y pruebas de la aplicación	47
4.1. Implementación	48
4.2. Juicio de expertos	75
Dimensiones del instrumento	75
Resultados cuantitativos	77
Conclusiones y trabajos futuro	80
Conclusiones	81
Trabajos futuros	81
Referencias	83

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DIAGRAMA MAPA CONCEPTUAL DE NAVEGACIÓN.	21
FIGURA 2. DIAGRAMA DE CASOS DE USO DE LA APLICACIÓN INTERACTIVA DIGITAL PARA APOYO A NIÑOS CON DISLEXIA FONOLÓGICA.	22
FIGURA 3. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DEL INICIO.	24
FIGURA 4. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DEL REGISTRO.	24
FIGURA 5. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DEL INICIO DE SESIÓN.	25
FIGURA 6. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DEL MENÚ PRINCIPAL.	25
FIGURA 7. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DEL MENÚ APRENDE.....	26
FIGURA 8. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DEL EJERCICIO A.	26
FIGURA 9. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD NEPTUNO.....	27
FIGURA 10. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD NEPTUNO NIVEL 2.	27
FIGURA 11. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD URANO.....	28
FIGURA 12. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD SATURNO.	28
FIGURA 13. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD JÚPITER.....	29
FIGURA 14. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD JÚPITER NIVEL 2.	29
FIGURA 15. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD MARTE.....	30
FIGURA 16. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD TIERRA.	30
FIGURA 17. ESCENARIO DEL DISEÑO DE LA REPRESENTACIÓN DE ESTADÍSTICAS.....	31
FIGURA 18. DISEÑO DE LA VISTA PRINCIPAL CREADO EN FIGMA.	31
FIGURA 19. DISEÑO DE LA VISTA REGISTRAR, CREADO EN FIGMA.	32
FIGURA 20. DISEÑO DE LA VISTA INICIAR SESIÓN, CREADO EN FIGMA.....	32
FIGURA 21. DISEÑO DE LA VISTA DEL MENÚ PRINCIPAL, CREADO EN FIGMA.....	33
FIGURA 22. DISEÑO DE LA VISTA DEL MENÚ PRINCIPAL, CREADO EN FIGMA.....	33
FIGURA 23. DISEÑO DE LA VISTA DEL MENÚ DE APRENDIZAJE, CREADO EN FIGMA.....	34
FIGURA 24. DISEÑO DE LA LETRA A DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.....	34
FIGURA 25. DISEÑO DE LA LETRA E DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.	35
FIGURA 26. DISEÑO DE LA LETRA I DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.	35
FIGURA 27. DISEÑO DE LA LETRA O DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.	36
FIGURA 28. DISEÑO DE LA LETRA U DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.	36
FIGURA 29. DISEÑO DE LA LETRA B DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.....	37
FIGURA 30. DISEÑO DE LA LETRA D DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.	37
FIGURA 31. DISEÑO DE LA LETRA C DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.....	38
FIGURA 32. DISEÑO DE LA LETRA C DE APRENDE, CREADO EN FIGMA.....	38
FIGURA 33. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD NEPTUNO 1, CREADO EN FIGMA.	39
FIGURA 34. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD NEPTUNO 2, CREADO EN FIGMA.	39
FIGURA 35. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD URANO, CREADO EN FIGMA.	40
FIGURA 36. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD SATURNO, CREADO EN FIGMA.....	40
FIGURA 37. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD JÚPITER 1, CREADO EN FIGMA.....	41
FIGURA 38. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD JÚPITER 2, CREADO EN FIGMA.....	41
FIGURA 39. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD MARTE, CREADO EN FIGMA.	42
FIGURA 40. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD TIERRA, CREADO EN FIGMA.	42
FIGURA 41. STORYBOARD.....	46
FIGURA 42. BASE DE DATOS DE LA APLICACIÓN DIUFO CON 9 TABLAS.	48
FIGURA 43. ARCHIVOS MVC DENTRO DE LA APLICACIÓN DIUFO.	49
FIGURA 44. ARCHIVO DATABASE PARA CONECTAR A LA BASE DE DATOS.	49
FIGURA 45. INICIO DE SISTEMA.	62
FIGURA 46. REGISTRO.	62
FIGURA 47. INICIO DE SESIÓN.	63
FIGURA 48. CARRUSEL DE PLANETAS.	63

FIGURA 49. CARRUSEL DE PLANETAS.	64
FIGURA 50. MENÚ DE APRENDE.	64
FIGURA 51. MENÚ DE APRENDE.	65
FIGURA 52. APRENDE LETRA A.	65
FIGURA 53. APRENDE LETRA E.	66
FIGURA 54. ACTIVIDAD 1 NEPTUNO.	66
FIGURA 55. ACTIVIDAD 2 NEPTUNO.	67
FIGURA 56. ACTIVIDAD 2 NEPTUNO CON BOTÓN.	67
FIGURA 57. ACTIVIDAD URANO.	68
FIGURA 58. ACTIVIDAD URANO.	68
FIGURA 59. ACTIVIDAD URANO.	69
FIGURA 60. ACTIVIDAD SATURNO.	69
FIGURA 61. ACTIVIDAD SATURNO.	70
FIGURA 62. ACTIVIDAD SATURNO.	70
FIGURA 63. ACTIVIDAD JÚPITER.	71
FIGURA 64. ACTIVIDAD JÚPITER.	71
FIGURA 65. ACTIVIDAD JÚPITER.	72
FIGURA 66. ACTIVIDAD MARTE.	72
FIGURA 67. ACTIVIDAD MARTE.	73
FIGURA 68. ACTIVIDAD MARTE.	73
FIGURA 69. ACTIVIDAD TIERRA.	74
FIGURA 70. ACTIVIDAD TIERRA.	74
FIGURA 71. ESTADÍSTICAS.	75

Índice de códigos

CÓDIGO 1. FUNCION REGISTRAR_USUARIO.....	50
CÓDIGO 2. QUERY PARA ACTUALIZAR PROGRESO.....	51
CÓDIGO 3. ACTUALIZAR PROGRESO.....	51
CÓDIGO 4. FUNCIÓN ACTUALIZAR PROGRESO.....	51
CÓDIGO 5. FUNCIÓN OBTENER_PROGRESO_DE_USUARIO.....	52
CÓDIGO 6. FUNCIÓN INDEX.....	52
CÓDIGO 7. MICRÓFONO.....	53
CÓDIGO 8. FUNCIÓN ACTUALIZAR_PRGRESO Y RESPUESTAS.....	59
CÓDIGO 9. DATATABLES.....	60

Capítulo 1. Introducción.

1.1. Introducción

La dislexia es un trastorno del aprendizaje caracterizado por la dificultad en la lectura debido a inconvenientes para identificar los sonidos del habla y relacionarlos con las letras y palabras, proceso conocido como decodificación. Este trastorno, también denominado discapacidad para la lectura, se asocia con diferencias individuales en las áreas del cerebro encargadas del procesamiento del lenguaje [1].

Si bien la dislexia no tiene cura, la evaluación e intervención temprana suelen ofrecer resultados altamente positivos. En algunos casos, el diagnóstico puede retrasarse hasta la adultez; sin embargo, nunca es tarde para recibir apoyo especializado [1], [2].

Se denomina dislexia fonológica al subtipo en el cual la principal dificultad radica en reconocer la correspondencia entre la estructura fónica y la ortográfica de las palabras. Los individuos con este trastorno presentan limitaciones para manipular fonemas de forma oral, lo que afecta su capacidad para establecer asociaciones precisas entre grafemas y fonemas, de acuerdo con los principios del código alfabético [2].

Como resultado, estas personas muestran dificultades significativas para leer palabras poco familiares o pseudopalabras, debido a la necesidad de analizar y sintetizar los elementos fónicos constitutivos. Este tipo de dislexia se asocia con un déficit fonológico que impide una lectura fluida y precisa [2], [3]. Según el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5), este trastorno específico del aprendizaje afecta aproximadamente entre un 5 % y un 15 % de los niños en edad escolar [1]. Los niños con dislexia fonológica suelen presentar una lectura lenta, imprecisa y con una decodificación pobre que requiere un gran esfuerzo cognitivo [2], [3]. Asimismo, pueden manifestar dificultades en la comprensión lectora y el razonamiento matemático [3].

1.2. Planteamiento del problema

Los datos de prevalencia de la dislexia, dependiendo del instrumento de medida empleado, giran en torno al 5-10%, llegando incluso al 15%. Esto quiere decir que una clase de Educación Primaria, con una ratio que gira en torno a 25 alumnos, es fácil encontrarse al menos un alumno con dificultades de tipo disléxico.

Para los niños con dislexia el aprendizaje de la lectura supone una barrera en el desarrollo académico y personal.

En el caso de la dislexia fonológica, la persona muestra dificultades en el mecanismo de conversión grafema-fonema por lo que tienden a emplear la ruta léxica. La lectura de palabras familiares es precisa, pero muestran dificultades en la lectura de pseudopalabras y palabras desconocidas [4].

En estudios más recientes, realizados también en lengua inglesa, se han identificado dos subgrupos de disléxicos, con perfil de *superficie* y *fonológico* respectivamente. En comparación con los lectores normales de la misma edad cronológica, los sujetos disléxicos de superficie fueron relativamente peores

leyendo palabras irregulares que leyendo pseudopalabras mientras que los disléxicos fonológicos mostraron el modelo opuesto. Sin embargo, la mayoría de los disléxicos estaban deteriorados en ambas tareas [5],[6].

Los resultados en castellano, empleando una metodología similar [7], pueden ser comparados con los encontrados en otras lenguas de ortografía opaca. La ejecución de los disléxicos en las tareas de lectura de pseudopalabras y decisión ortográfica pone de manifiesto la presencia de dos grupos diferenciados que presentan un desequilibrio en el grado de éxito en dichas tareas [8].

- Los niños con dislexia fonológica pueden tener problemas para pronunciar palabras y pueden leer a un ritmo más lento que sus compañeros.
- Errores de ortografía: La dificultad para conectar letras con sonidos se traduce en errores de ortografía frecuentes.
- Problemas de conciencia fonológica: Los niños pueden tener dificultades para identificar y manipular los sonidos individuales en las palabras.
- Lectura poco fluida: La lectura puede parecer entrecortada y carente de fluidez.

Esto ocasiona depresión, temor a burlas por parte de los demás y timidez al momento de participar en clase lo cual ocasiona un bajo rendimiento en el estudio, calificaciones bajas e incluso el abandono escolar [9].

La pregunta de investigación del presente trabajo considera: ¿Cómo diseñar una aplicación interactiva para infantes con trastorno de dislexia fonológica para mejorar su lectura y así ayudarlos a mejorar su letra?

1.3. Objetivo general

Diseñar una aplicación interactiva digital para infantes de entre 6 y 9 años de edad con trastorno de dislexia fonológica ayudándoles a mejorar su comprensión lectora con actividades didácticas interactivas.

1.4. Objetivo específico

- Revisión de la literatura para apoyo a niños con Dislexia fonológica.
- Análisis y Diseño Centrado en el Usuario en atención a niños con Dislexia.
- Desarrollar actividades para mejorar la lectura del niño con ayuda de audios e imágenes.
- Actividades para que comprenda las letras parecidas.
- Ayudar a distinguir palabras para que no las cambié por sus derivados.
- Desarrollar actividades para guiar al niño en la lectura y no cambiar palabras.
- Implementación de la aplicación HTML5, CSS y para la parte lógica JAVASCRIPT y PHP7
- Pruebas de juicio de expertos.

1.5. Justificación

Debemos tratar la dislexia como algo cognitivo y no confundirla con falta de motivación o abandono por parte del menor, aunque en algunos casos y con dislexias diagnosticadas, esto está muy relacionado, ya que a nivel académico se puede producir una gran frustración y desmotivación al tratarse de una tarea que implica un nivel de esfuerzo muy elevado para el infante.

Por ello, en el tratamiento de infantes disléxicos, no solo necesita intervención el menor que padece la enfermedad, sino que hay que implicar a los padres o cuidadores para que se impliquen y sepan estimular las áreas adecuadas del menor para que el proceso de aprendizaje le sea más sencillo y no pierda la motivación [10].

En 1994 un grupo de investigadores trabajó en la creación de juegos para computadora que ayudarían al niño disléxico en la superación de su problema [11]. Posteriormente, científicos de Harvard de la Facultad de medicina y clínicos inventaron una computadora que creaba un registro en tiempo real de los procesos que se producían en el cerebro del niño cuando éste respondía a los estímulos de imágenes que se le mostraba en pantalla. De este modo podía detectarse precozmente la dislexia y comenzar una educación fonética temprana e intensiva, lo cual se ha mostrado muy beneficioso para estos casos ya que en la adultez el aprendizaje de símbolos se tornaría más difícil [12].

Las investigaciones han tenido dos tendencias, es decir, por un lado, tratar de determinar cuáles son los defectos perceptivos del niño disléxico mediante el uso de las computadoras como herramientas de diagnóstico y por otro lado el diseño de software que permita el tratamiento de la dislexia de manera más efectiva [13].

La dislexia fonológica se trata del mal funcionamiento de la ruta fonológica. El infante hace una lectura visual y deduce en vez de leer. Por ejemplo, puede leer “casa” en vez de *caso* o *lobo* en vez de *lopo*. Los infantes con este tipo de dislexia pueden leer las palabras familiares, pero les resulta difícil leer palabras desconocidas, palabras largas o pseudopalabras [14].

El propósito de esta tesis es poder ayudar a mejorar los problemas de lectura que padecen los infantes con trastorno de dislexia fonológica.

Capítulo 2. Estado del arte y marco teórico

2.1. Estado del arte: educar en la diversidad desde entornos inclusivos en especial a niños con Dislexia Fonológica

La Declaración de Salamanca y el Marco de Acción sobre Necesidades Educativas Especiales (1994) [15] marcaron un hito mundial significativo al introducir el concepto de educación inclusiva.

Este concepto fue elevado aún más a la categoría de derecho humano fundamental a través de la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (2006) [16]. Además, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (2015) reforzó este compromiso de *garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos* [17].

A pesar de estos esfuerzos globales, la consecución de una educación inclusiva sigue siendo un desafío complejo y persistente. Este problema es de suma importancia debido a su potencial para marginar a grupos vulnerables, como los niños con discapacidad, dentro del sistema educativo. Además, esta marginación se extiende más allá del ámbito académico y afecta la inclusión social al negar a los estudiantes con discapacidad el acceso a todas las experiencias a las que tienen derecho [18]. Entre los grupos que siguen enfrentando barreras para la educación inclusiva se encuentran los niños con Dislexia.

Bastidas y su equipo de investigación indican la importancia de los docentes juegan un papel importante en la detección precoz de este problema de aprendizaje, por ser el primero en detectar la dificultad que tiene el niño en aprender. El maestro debe conocer dificultades y potencialidades de sus estudiantes para ayudarlos de manera específica, este problema debe corregirse durante la infancia, si no empeora creando problemas de conducta, realizar un diagnóstico temprano ayudara al niño en su salud emocional. Aquí la conclusión del autor es que las intervenciones en los estudiantes deben ser de manera precoz aprovechando al máximo la modificación del cerebro, evitando la presencia de dificultades. Los alumnos con dislexia sean reconocidos lo antes posible y que reciban el tratamiento y la ayuda necesarios. No todos los disléxicos saben que presentan este trastorno de aprendizaje. Esta dificultad de aprendizaje crea en el disléxico pensamientos negativos de no ser capaces de superar este problema, son pensamientos frecuentes que van deteriorando la autoestima [19].

En el estudio realizado por Martins de la eficacia de los programas de remediación fonológica en niños con dificultades o trastornos del aprendizaje ha sido comprobada en estudios realizados en Brasil. Las evaluaciones utilizadas, a pesar de analizar las mismas habilidades, difieren de los protocolos utilizados en el presente estudio. La investigación internacional ha estudiado a la población con TDAH y dislexia; sin embargo, en Brasil, la investigación con la misma población es escasa. El enfoque principal de estos estudios es la instrucción en Conciencia fonológica y correspondencias grafemafonema en niños de preescolar y primaria con retrasos en las habilidades fonológicas como forma de prevenir dificultades lectoras. Por lo tanto, se destaca la importancia de desarrollar la conciencia fonológica antes de la lectoescritura, por ello la decodificación de los sonidos individuales de las letras se debe atender y

ejercita. Los resultados, expresados como puntuaciones, indicaron una diferencia estadísticamente significativa entre las evaluaciones previas y posteriores a la remediación en las habilidades de procesamiento fonológico como la conciencia silábica y fonémica, la memoria de trabajo y el acceso léxico. La tarea de rima se analizó por separado, ya que se considera una tarea con un nivel de segmentación distinto de otros niveles silábicos, y no hubo significancia para este resultado. Además, también hubo diferencias estadísticamente significativas en las pruebas que medían la velocidad de lectura y la comprensión de textos [20].

Además, el estudio de Guaña indica las formas de enseñar y en consecuencia, los procesos educativos están en constante evolución y la innovación de la tecnología se considera parte importante en este proceso de aprendizaje. El empleo de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se ha expandido hacia diferentes áreas sociales y la educación representa un aspecto relevante en la vida del ser humano, donde se ha aprovechado al máximo los logros tecnológicos para ponerlos en práctica de tal forma que, al tiempo que se potencializa el uso, se hace necesario una permanente actualización de estrategias educativas. En la presente revisión bibliográfica se realiza un recuento histórico de la evolución de las TIC, la influencia que han ejercido sobre la educación desde los inicios de las computadoras personales, hasta llegar a las más recientes novedades tecnológicas, como la inteligencia artificial, resaltando cómo las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones son elemento fundamental de la evolución del proceso de enseñanza-aprendizaje. [21].

El trabajo realizado por Andrango, en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) se consolida como un enfoque pedagógico transformador que responde de manera efectiva a los desafíos contemporáneos de la educación inclusiva. Su propuesta metodológica, sustentada en principios neurocientíficos y en una visión ética de la diversidad, permite el diseño de entornos de aprendizaje accesibles, equitativos y participativos desde la planificación inicial, sin necesidad de adaptaciones posteriores. A través de sus tres principios estructurales: múltiples formas de representación, de acción expresión, y de compromiso. El DUA logra atender las distintas formas en que los estudiantes perciben, procesan y se vinculan con el conocimiento. Esto no solo incrementa la participación y el rendimiento académico, sino que también fortalece la autonomía, la autorregulación y la motivación intrínseca, elementos fundamentales para el aprendizaje significativo. La evidencia analizada muestra que la implementación del DUA impacta positivamente en la cultura escolar, promoviendo ambientes democráticos, colaborativos y respetuosos de la diferencia. Asimismo, se observa que su integración favorece la innovación pedagógica, el uso efectivo de tecnologías educativas y la coherencia entre las políticas institucionales y las prácticas inclusivas. Sin embargo, para que el DUA pueda consolidarse como una práctica sostenible en los sistemas educativos, es necesario superar diversos desafíos estructurales, como la falta de formación específica del profesorado, la escasez de recursos, las limitaciones de tiempo y la resistencia al cambio metodológico. También se requiere una mayor articulación entre las políticas de inclusión y las estrategias curriculares, garantizando que las instituciones cuenten con el respaldo normativo y operativo necesario. En este contexto, se concluye

que la adopción del DUA no puede limitarse a la dimensión técnica, sino que debe entenderse como una decisión ética y política que interpela a todos los actores del sistema educativo. Apostar por el DUA es comprometerse con una educación que no deja a nadie atrás, que reconoce que la igualdad no radica en ofrecer lo mismo a todos, sino lo que cada uno necesita para aprender con dignidad, eficacia y sentido [22].

2.2. Interacción humano-computadora

La interacción humano computadora (IHC) se refiere al estudio de la forma en que las personas interactúan con los sistemas computacionales, y cómo se pueden diseñar estas interacciones para mejorar la experiencia del usuario. La IHC es una disciplina multidisciplinaria que se basa en la psicología, la informática, la ingeniería y el diseño para crear interfaces de usuario intuitivas y eficientes.

La usabilidad es un aspecto clave de la IHC. La usabilidad se refiere a la facilidad con la que las personas pueden utilizar un sistema y completar tareas específicas en ese sistema. Norman identificó tres aspectos principales de la usabilidad: la facilidad de aprendizaje, la eficiencia y la satisfacción del usuario [23]. Describen la importancia de la retroalimentación en la IHC. La retroalimentación es la información que un sistema proporciona al usuario en respuesta a sus acciones. La retroalimentación debe ser clara y oportuna para que el usuario entienda lo que está sucediendo en el sistema y pueda tomar las medidas necesarias [24].

La accesibilidad se refiere a la capacidad del sistema para ser utilizado por personas con discapacidades físicas o cognitivas. Un sistema accesible es aquel que permite a todas las personas utilizarlo, independientemente de sus capacidades o limitaciones.

El proceso de diseño debe comenzar con la comprensión de las necesidades y objetivos del usuario, y continuar con la evaluación y la iteración de los diseños propuestos. Los diseñadores deben tener en cuenta tanto los aspectos técnicos como los psicológicos y culturales de la interacción humano-computadora para crear una experiencia de usuario satisfactoria y efectiva.

En resumen, la interacción humano-computadora es una disciplina que busca mejorar la forma en que las personas interactúan con los sistemas computacionales. Esto se logra a través del diseño de interfaces de usuario intuitivas, eficientes y accesibles que permiten a los usuarios completar tareas específicas de manera efectiva y satisfactoria.

2.3. Diseño Centrado en el usuario

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) es un enfoque metodológico que sitúa a los usuarios finales en el centro del proceso de diseño, asegurando que los productos o sistemas desarrollados respondan a

sus necesidades, capacidades y limitaciones [25]. En el contexto de esta investigación, el DCU es clave para el diseño de una aplicación interactiva dirigida a niños con dislexia fonológica, garantizando que la interfaz y las funcionalidades sean accesibles, intuitivas y efectivas para el aprendizaje.

Principios del Diseño Centrado en el Usuario

El DCU está basado en la norma ISO 9241-210 (International Organization for Standardization [ISO], 2010), que define cuatro principios fundamentales [26, 27, 28, 29]:

- *Comprensión del contexto de uso:* Implica analizar las características de los usuarios, sus capacidades cognitivas y motrices, así como el entorno donde interactuarán con la aplicación.
- *Involucrar a los usuarios desde el inicio:* Los diseños deben desarrollarse con la participación activa de los usuarios, obteniendo retroalimentación de docentes, terapeutas y los propios niños para mejorar la usabilidad.
- *Diseño iterativo:* Permite la mejora progresiva del sistema a través de pruebas y ajustes en diferentes fases del desarrollo.
- *Evaluación constante del diseño:* Implica pruebas de usabilidad para validar que la aplicación sea intuitiva y eficaz en el apoyo a los niños con dislexia fonológica.

Análisis de usuarios

Para garantizar un diseño inclusivo, se identifican los siguientes factores clave en los niños con dislexia fonológica [30, 31, 32]:

- *Dificultades en la decodificación fonológica:* Necesidad de apoyo visual y auditivo para la asociación de letras y sonidos.
- *Limitaciones en la memoria de trabajo:* La interfaz debe minimizar la carga cognitiva y presentar información en segmentos manejables.
- *Preferencias multisensoriales:* Incorporación de elementos visuales, auditivos y táctiles para reforzar el aprendizaje.

Definición de requisitos

Con base en el análisis de usuarios, la aplicación debe cumplir los siguientes requisitos [1, 2].

- *Colores y contrastes adecuados:* Evitar el uso de fondos blancos puros y seleccionar esquemas de colores de bajo contraste para reducir la fatiga visual.
- *Refuerzos visuales y auditivos:* Incorporación de imágenes y sonidos para facilitar la comprensión de las palabras.

Prototipado y pruebas con usuarios

Se desarrollarán prototipos de baja y alta fidelidad, realizando pruebas con niños y educadores en cada iteración [33]:

- *Prototipo digital interactivo*: Diseñado en herramientas como Figma o Adobe XD, permitiendo pruebas en dispositivos reales.
- *Pruebas de usabilidad*: Evaluación mediante observación directa y métricas como el tiempo de respuesta y la tasa de errores.

Beneficios del DCU en el Aprendizaje de Niños con Dislexia Fonológica

El uso del DCU en esta aplicación permite [34]:

- Mayor accesibilidad y facilidad de uso.
- Aprendizaje adaptativo según las necesidades individuales de los niños.
- Mayor motivación y compromiso mediante interfaces atractivas e interactivas.

Capítulo 3. Análisis y diseño

3.1. Requerimientos centrados en el usuario

La solución propuesta para el desarrollo del software para ayudar a los infantes con dislexia fonológica entre seis y nueve años es la siguiente:

La *aplicación interactiva digital para apoyo a niños con dislexia fonológica* llevará por nombre *DIUFO* Dislexia Unión Fonológica, será desarrollada en web, el cual consta de los módulos.

1. REGISTRO: En este módulo el infante o tutor tiene que llenar un formulario para poder registrar al infante, esto se hace con el fin de poder llevar el registro de los ejercicios realizados.
2. INICIO DE SESIÓN: En este módulo el infante tiene que ingresar el usuario y contraseña para poder dar uso al módulo APRENDE y EJERCICIOS, con este inicio de sesión se garantiza el seguimiento de solo el usuario validado, sin mezclar datos de otros usuarios.
3. APRENDE: El enfoque de ayuda para los infantes será centrado en identificar el sonido fonético de las vocales “a”, “e”, “i”, “o”, “u” y las letras “b”, “c”, “d”, este módulo está diseñado atractivamente para que los infantes logren identificar por medio de la vista y el oído la forma correcta de la articulación en la boca para poder pronunciar fonéticamente las letras y así lograr una buena pronunciación de una palabra nueva.
4. EJERCICIOS: Este módulo está enfocado en que el infante ponga en práctica la identificación de imágenes con palabras, la pronunciación correcta de palabras, la comprensión lectora, el tiempo de lectura, la separación de palabras en sílabas e identificar palabras por medio de un conjunto de imágenes.
5. ESTADÍSTICAS: Este módulo está enfocado en que el infante pueda observar su avance de los ejercicios realizados en unas pequeñas tablas mostrando el nombre del ejercicio, el puntaje y la fecha de registro del puntaje.

3.2. Análisis

Un diagrama mapa conceptual de navegación (también llamado mapa de navegación o diagrama de flujo de navegación) es una representación gráfica que muestra cómo están organizadas las pantallas, secciones o vistas dentro de una aplicación o sitio web, y cómo el usuario puede desplazarse entre ellas [35]. La representación se desarrolla en el diagrama mapa conceptual de navegación con ayuda de la herramienta Draw.io [36] véase en la figura 1.

Se tiene la tarea abstracta *AplicacionDigital_AprendizajeDislexia*, que depende de que se lleve a cabo la tarea de aplicación *MostrarMenu_Principal*. El usuario puede interactuar con el menú de forma iterativa hasta que seleccione la tarea abstracta *Salir_Aplicacion*.

A partir del menú principal, el usuario puede acceder a diferentes módulos:

- *Registro*: El tutor o el infante ingresan los datos en un formulario para poder hacer seguimiento de los ejercicios realizados.

- *Inicio de Sesión*: El infante ingresa sus credenciales para acceder a los módulos de aprendizaje y ejercicios.

Dentro de la tarea abstracta *MostrarMenu_secundario*. El infante puede interactuar con este submenú de forma iterativa hasta que seleccione la tarea abstracta *Cerrar_sesion*.

A partir del submenú, el infante puede acceder a diferentes módulos:

- *Aprende*: Se muestra contenido visual y auditivo para reforzar la identificación de sonidos fonéticos de las vocales “a”, “e”, “i”, “o”, “u” y las letras “b”, “c”, “d”.
- *Ejercicios*: Se presentan actividades interactivas para reforzar la comprensión lectora, la separación de palabras en sílabas y la identificación de palabras a partir de imágenes.
- *Estadísticas*: El usuario puede consultar su progreso en los ejercicios completados.

Dentro del módulo *Aprende*, la interacción sigue una secuencia estructurada:

- *Seleccionar Letra o Vokal (Seleccionar_LetraVocal)*.
- *Mostrar imagen de Articulación (Mostrar_Imagen)*.
- *Reproducir Sonido Fonético (Reproducir_Sonido)*.
- *Repetir Pronunciación (Opcional) (Repetir_Pronunciacion)*.

En la parte de *Ejercicios*, la interacción es la siguiente:

- *Seleccionar Tipo de Ejercicio (Seleccionar_Ejercicio)*.
- *Mostrar Actividad Interactiva (Mostrar_Actividad)*.
- *Ingresar Respuesta (Ingresar_Respuesta)*.
- *Verificar Respuesta (Verificar_Respuesta)*.
- *Mostrar Retroalimentación (Mostrar_Retroalimentacion)*.
- *Guardar Resultados (Guardar_Resultado)*.

Finalmente, en el módulo *Estadísticas*, el infante puede:

- Consultar su progreso en una tabla de resultados.
- Filtrar por fecha o tipo de ejercicio.
- Analizar su desempeño y mejoras en el tiempo.

En resumen, la interacción del infante con la aplicación sigue un flujo estructurado en el que puede explorar contenido, realizar ejercicios y consultar su progreso, asegurando un proceso de aprendizaje adaptado a sus necesidades.

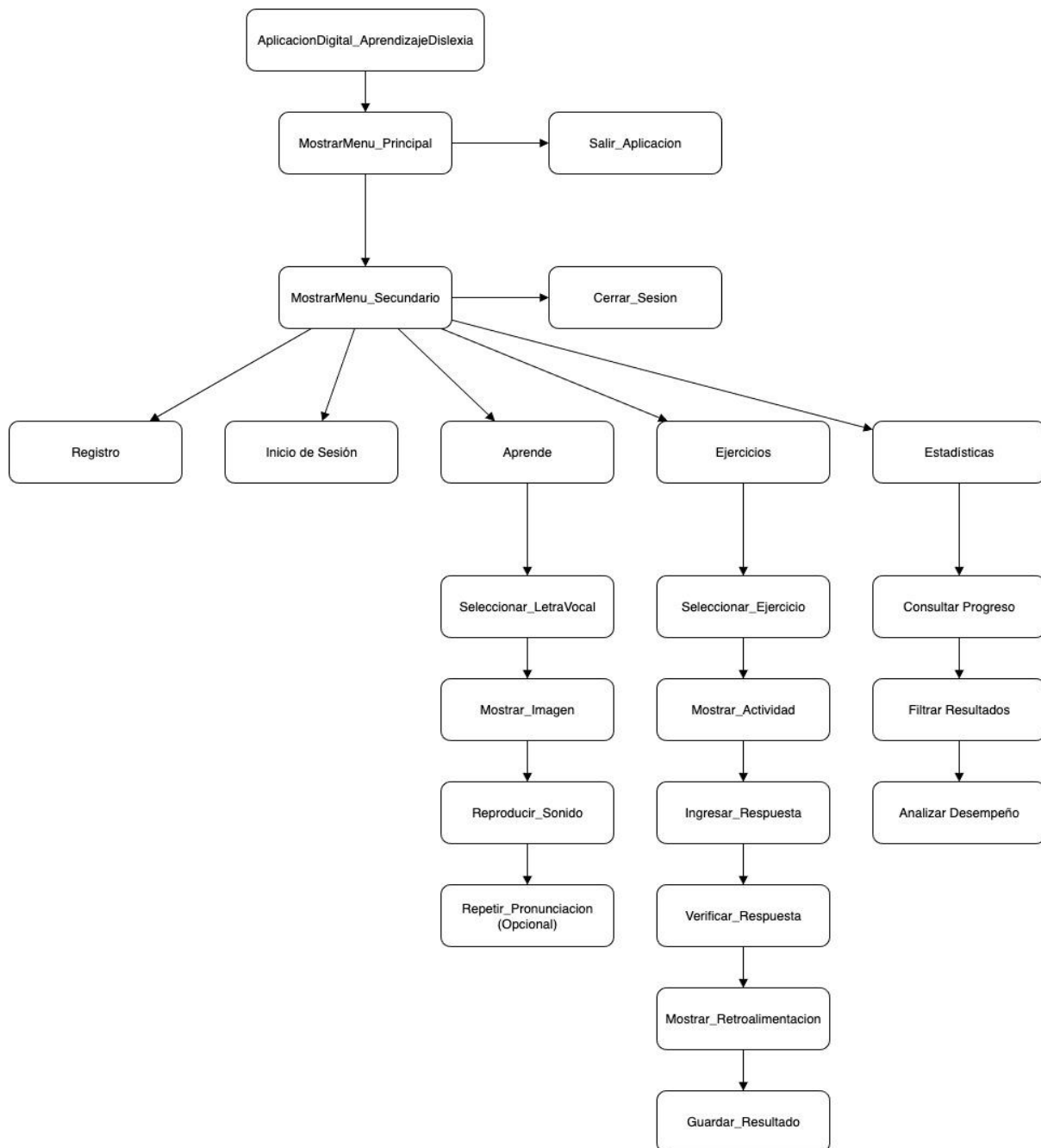


Figura 1. Diagrama mapa conceptual de navegación.

En la figura 2 se presenta el diagrama de casos de uso de la “Aplicación interactiva digital para apoyo a niños con dislexia fonológica”, cuyo propósito es ilustrar las principales interacciones entre el usuario (infante) y los módulos del sistema.

El actor principal es el infante, quien interactúa con la aplicación mediante diferentes módulos diseñados para apoyar el proceso de aprendizaje y reforzar las habilidades lectoras.

Los módulos principales de la aplicación son:

- Lección A, E, I, O, U: permite al infante observar animaciones e instrucciones visuales sobre la articulación de las vocales y escuchar sus sonidos fonéticos.
- Lección B, C y D: refuerza el reconocimiento y pronunciación de las letras con mayor dificultad para los niños con dislexia fonológica.
- Actividades Planetas: incluye ejercicios interactivos basados en imágenes, sonidos y letras para fortalecer la comprensión lectora y la discriminación fonológica.
- Estadísticas: muestra al usuario y al tutor el progreso obtenido en las actividades, permitiendo visualizar los resultados almacenados.

Los resultados del desempeño se guardan automáticamente en el sistema, permitiendo analizar el progreso y las mejoras del infante a lo largo del tiempo.

Este diagrama permite visualizar de manera general las funciones principales que ofrece la aplicación, destacando la relación directa entre el infante y cada uno de los módulos de aprendizaje e interacción.

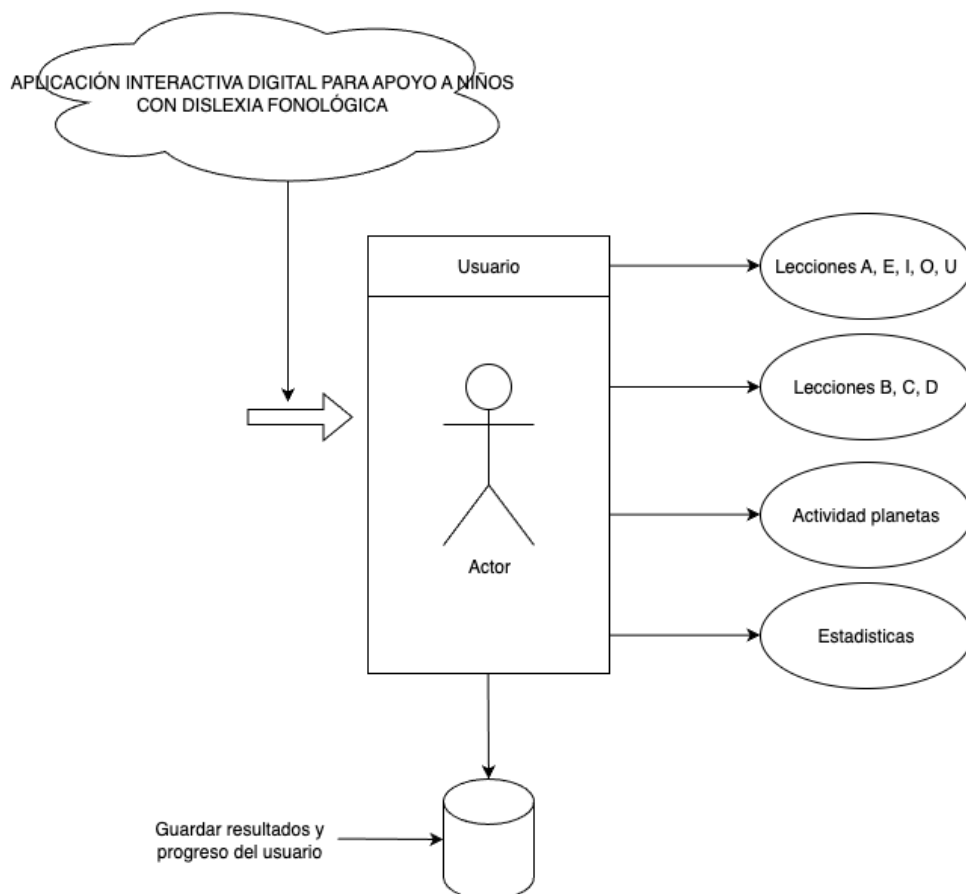


Figura 2. Diagrama de casos de uso de la aplicación interactiva digital para apoyo a niños con dislexia fonológica.

3.3. Diseño

Como parte del diseño de la interfaz se realizaron los siguientes escenarios correspondientes a las vistas de inicio, inicio de sesión, registro, menú principal, así como las secciones de *Aprende*, *Planetas* y *Estadísticas*.

Sección de lecciones *Aprende*, representada por meteoritos incluye las siguientes lecciones:

1. Lección de vocal A
2. Lección de vocal E
3. Lección de vocal I
4. Lección de vocal O
5. Lección de vocal U
6. Lección de letra B
7. Lección de letra C
8. Lección de letra D

Sección de actividades *Planetas* la cual contiene las siguientes actividades:

1. Actividad Neptuno
2. Actividad Urano
3. Actividad Saturno
4. Actividad Júpiter
5. Actividad Marte
6. Actividad Tierra

Por último, la sección *Estadísticas* permite visualizar el progreso del usuario mediante siete tablas que muestran los puntajes obtenidos en cada actividad, lo que facilita el seguimiento de su avance.

Para el diseño y la organización de la aplicación, se emplearon las herramientas Balsamiq [36] y Figma [37].

Con el objetivo de garantizar una adecuada Experiencia de Usuario (UX) y una óptima Interfaz de Usuario (UI), la aplicación se estructuró en ocho módulos principales:

- Un módulo de Lecciones, compuesto por ocho submódulos correspondientes a las letras y vocales (A, E, I, O, U, B, C, D).
- Un módulo de Actividades, con seis submódulos asociados a los planetas (Neptuno, Urano, Saturno, Júpiter, Marte y Tierra).
- Y un módulo de Estadísticas, en el cual el infante puede consultar su rendimiento general y los resultados de cada actividad.

En la figura 3 se muestra el escenario del diseño de la representación del inicio de la aplicación.

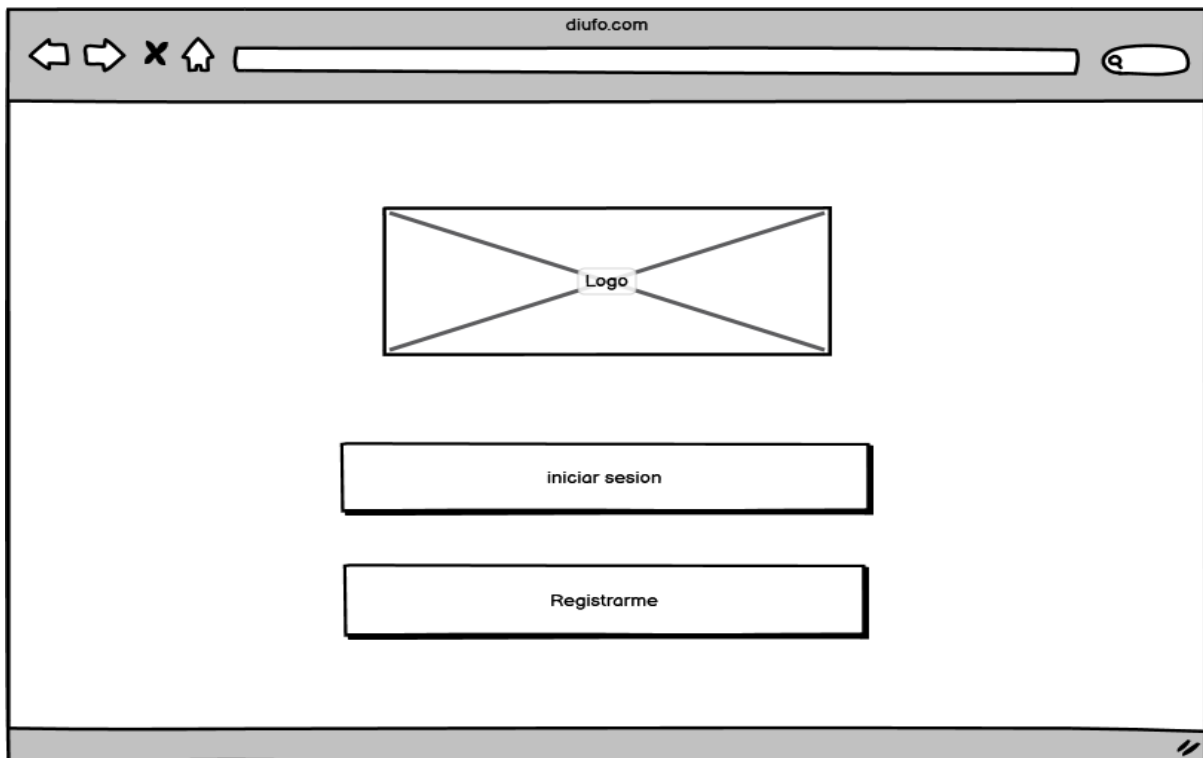


Figura 3. Escenario del diseño de la representación del inicio.

En la figura 4 se muestra el escenario del diseño de la representación del registro para poder acceder a la aplicación.

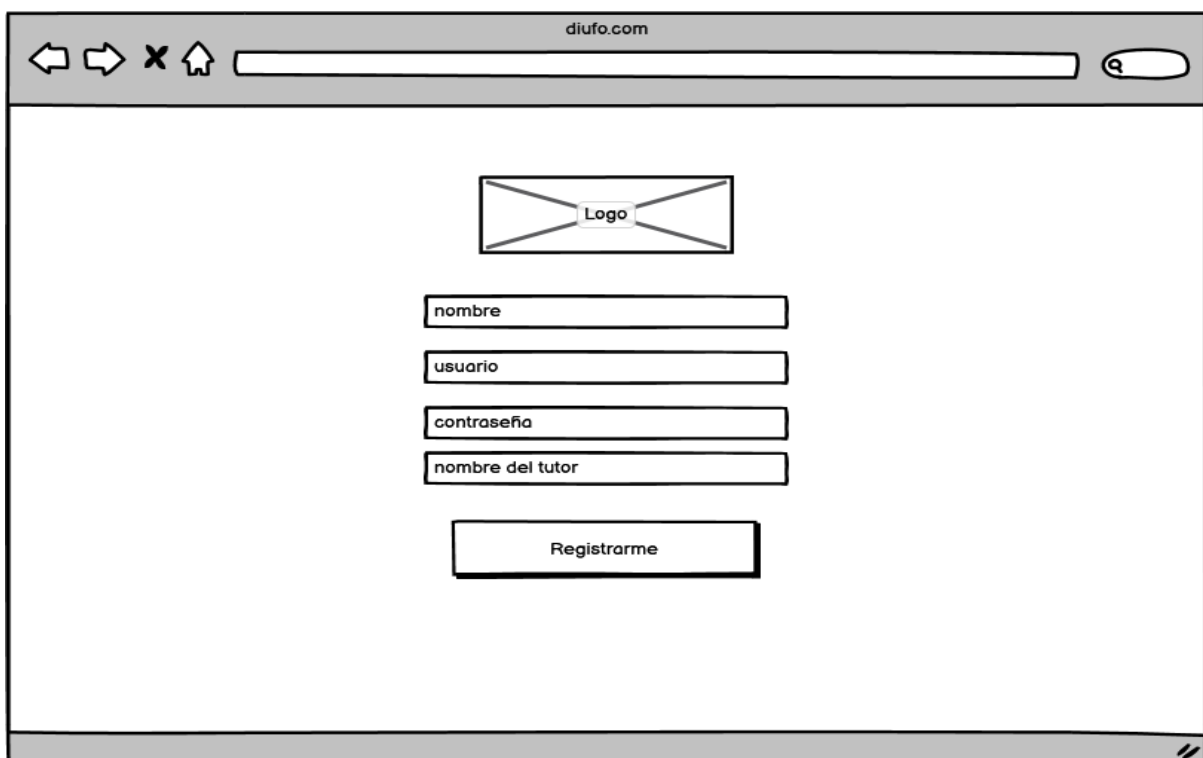


Figura 4. Escenario del diseño de la representación del registro.

En la figura 5 se muestra el escenario del diseño de la representación del inicio de sesión para ingresar a la aplicación.



Figura 5. Escenario del diseño de la representación del inicio de sesión.

En la figura 6 se muestra el escenario del diseño de la representación del menú principal para poder seleccionar aprende, la actividad a realizar, las estadísticas del usuario o cerrar sesión.

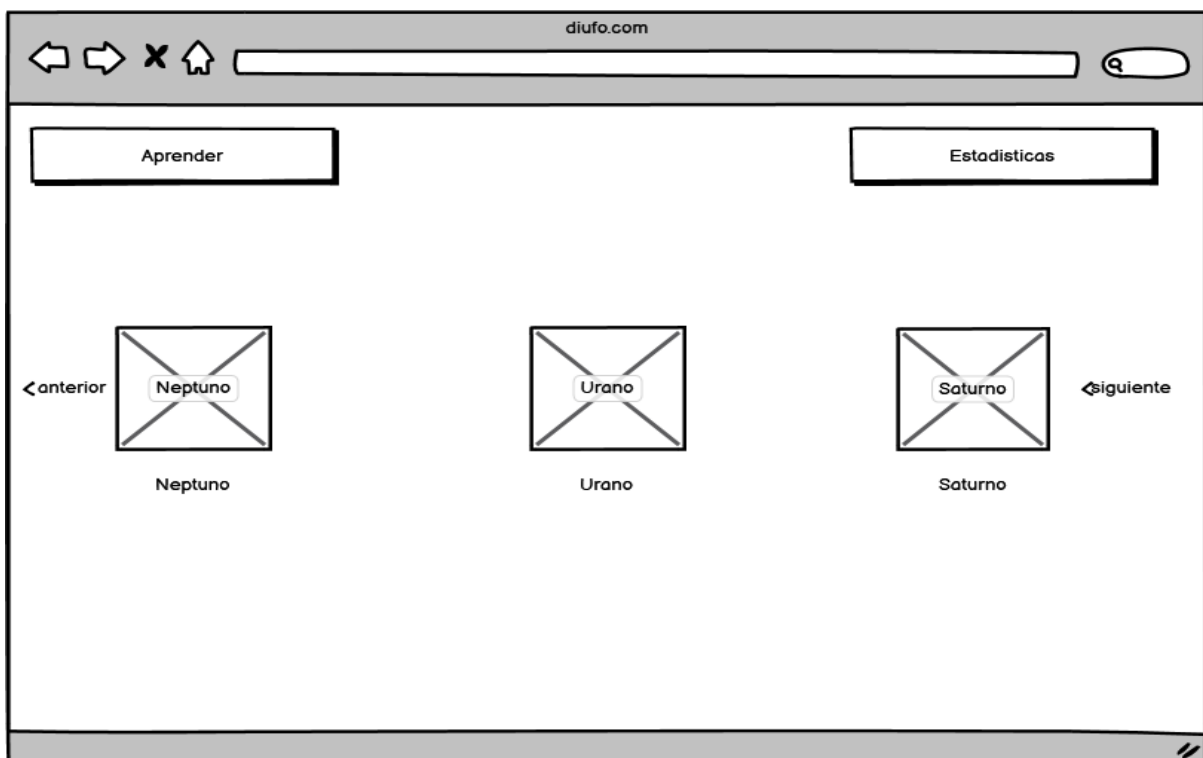


Figura 6. Escenario del diseño de la representación del menú principal.

En la figura 7 se muestra el escenario del diseño de la representación del menú de aprendizaje.

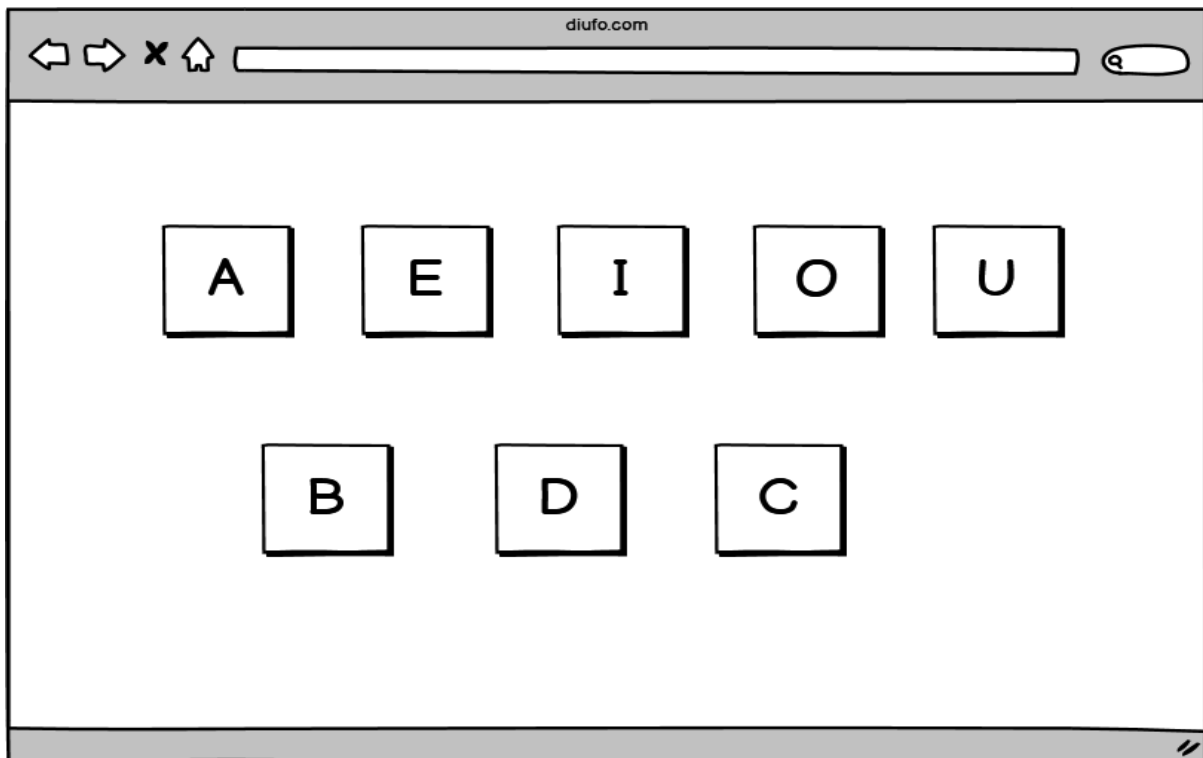


Figura 7. Escenario del diseño de la representación del menú aprende.

En la figura 8 se muestra el escenario del diseño de la representación de los ejercicios de *Aprende*, estos ejercicios contienen el mismo diseño para las letras A, E, I, O, U, B, D y C.

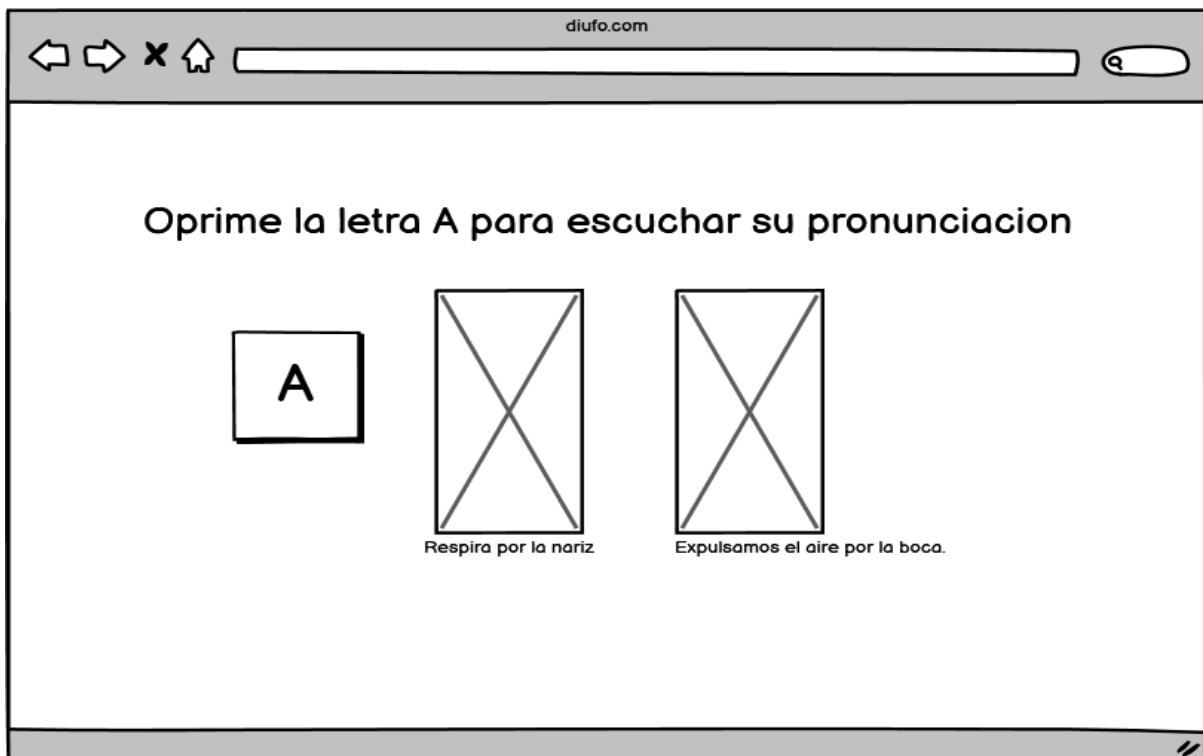


Figura 8. Escenario del diseño de la representación del ejercicio A.

En la figura 9 se muestra el escenario del diseño de la representación de la actividad Neptuno.

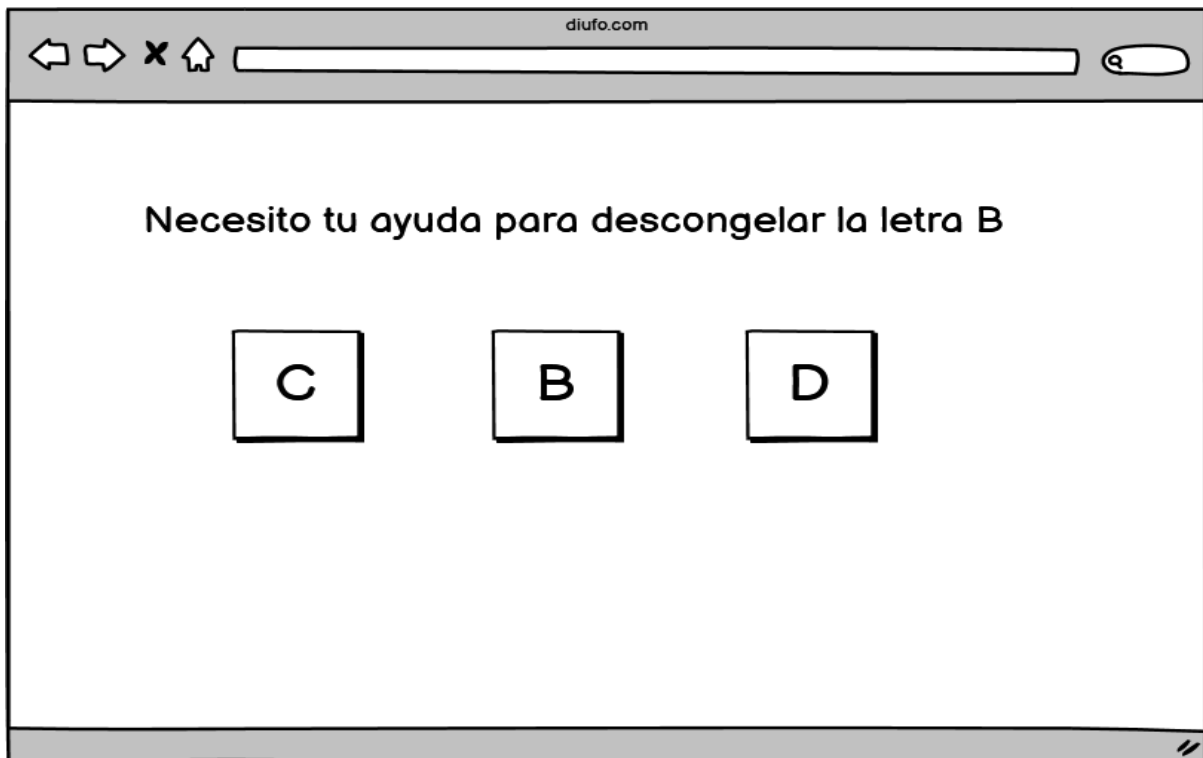


Figura 9. Escenario del diseño de la representación de la actividad Neptuno.

En la figura 10 se muestra el siguiente nivel de Neptuno.

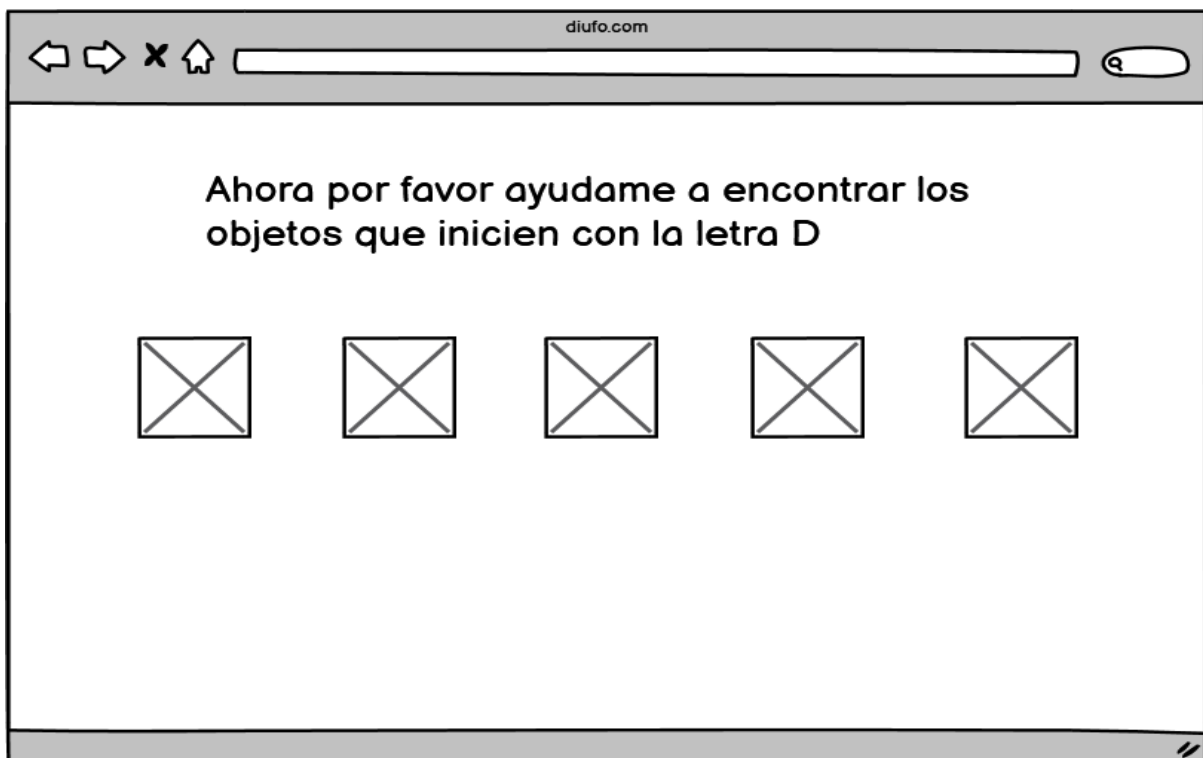


Figura 10. Escenario del diseño de la representación de la actividad Neptuno nivel 2.

En la figura 11 se muestra el escenario del diseño de la representación de la actividad de Urano.

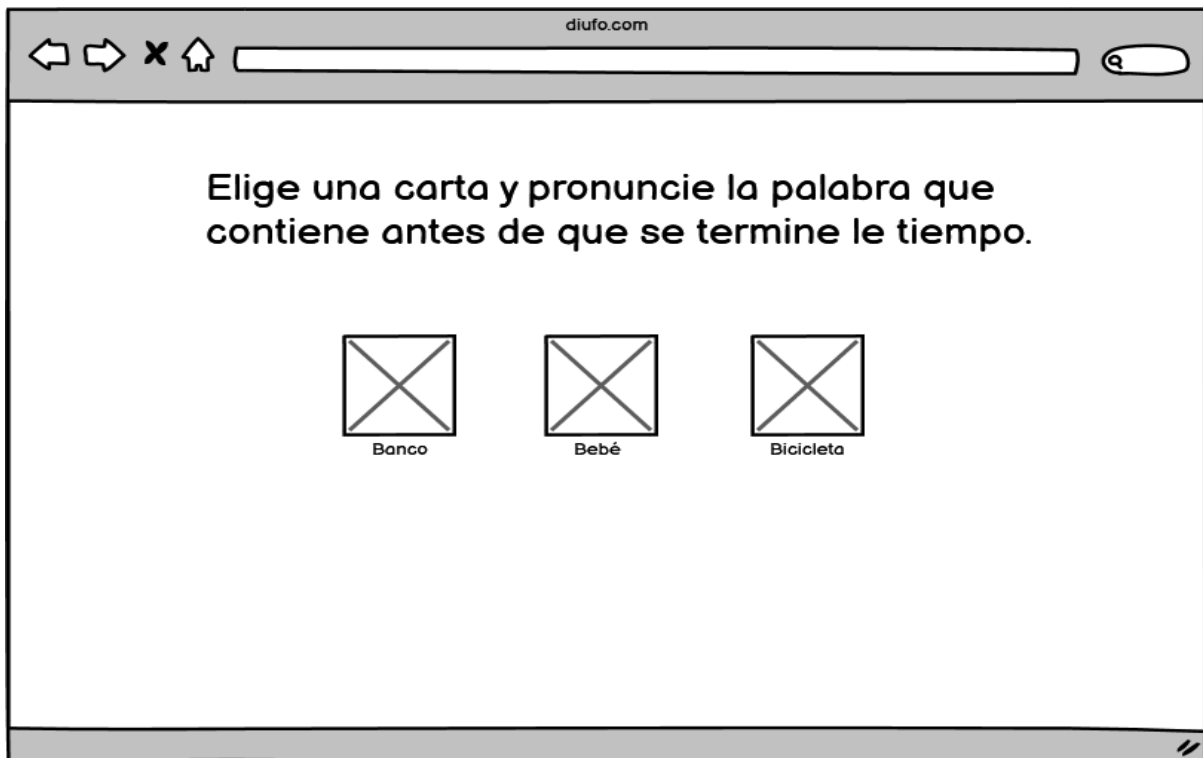


Figura 11. Escenario del diseño de la representación de la actividad Urano.

En la figura 12 se muestra el escenario del diseño de la representación de la actividad Saturno.

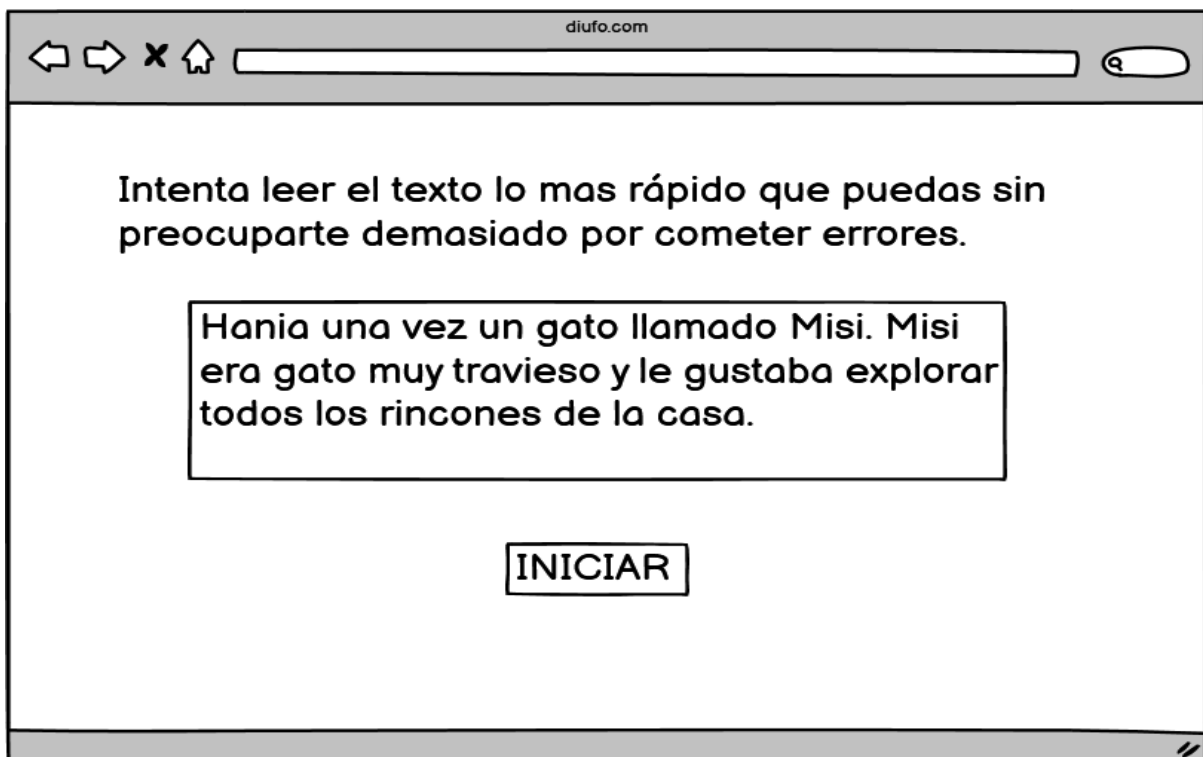


Figura 12. Escenario del diseño de la representación de la actividad Saturno.

En la figura 13 se muestra el escenario del diseño de la representación de la actividad Júpiter.

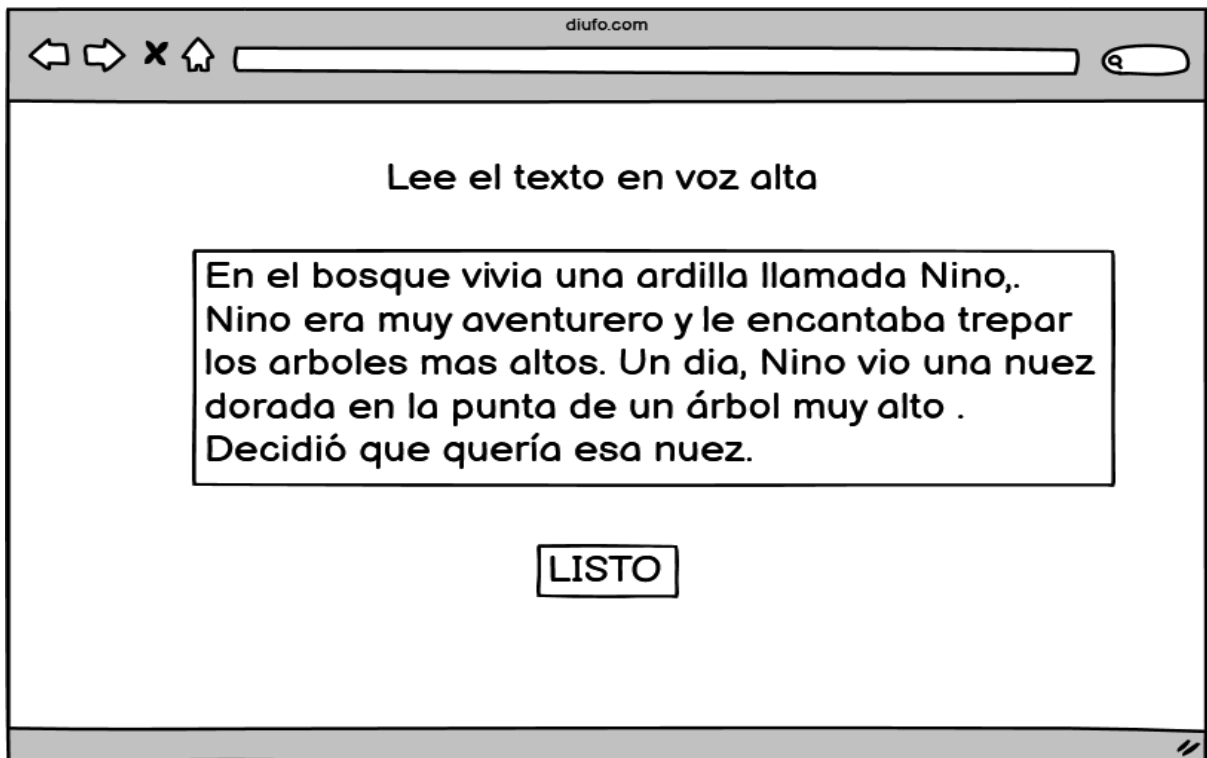


Figura 13. Escenario del diseño de la representación de la actividad Júpiter.

En la figura 14 se muestra el siguiente nivel de Júpiter.

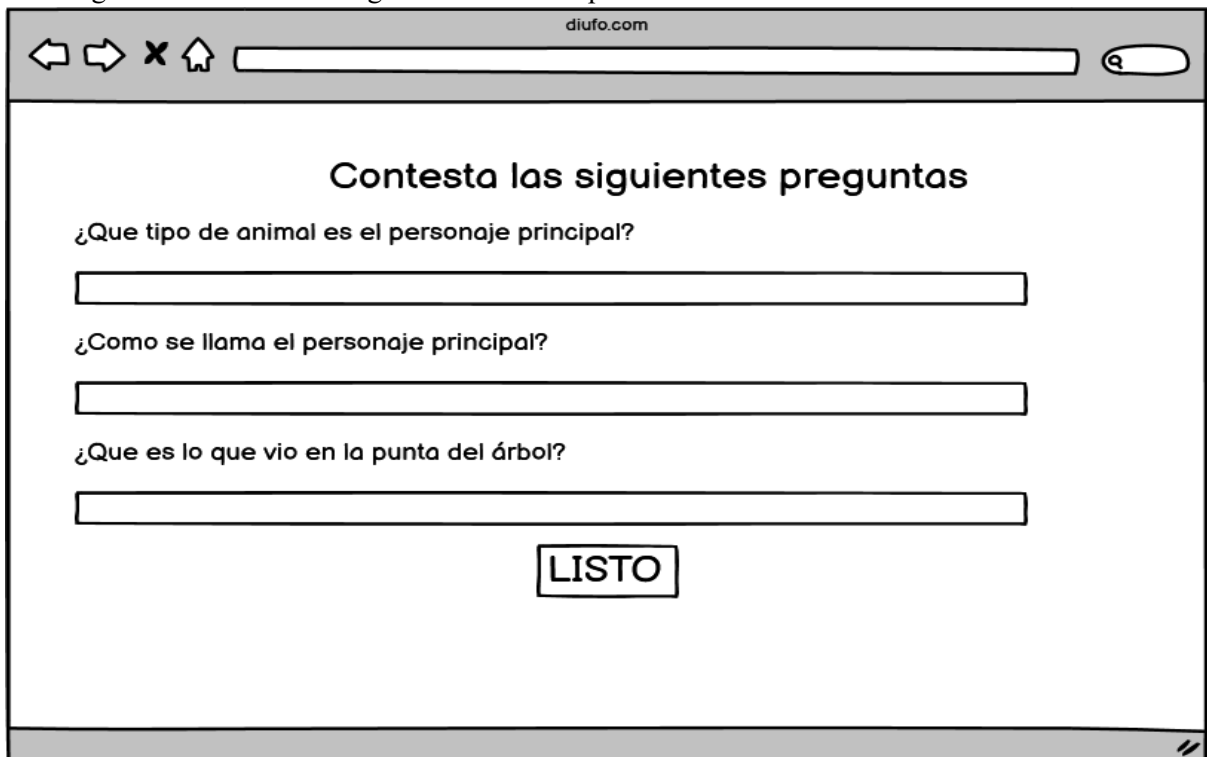


Figura 14. Escenario del diseño de la representación de la actividad Júpiter nivel 2.

En la figura 15 se muestra el escenario del diseño de la representación de la actividad Marte.

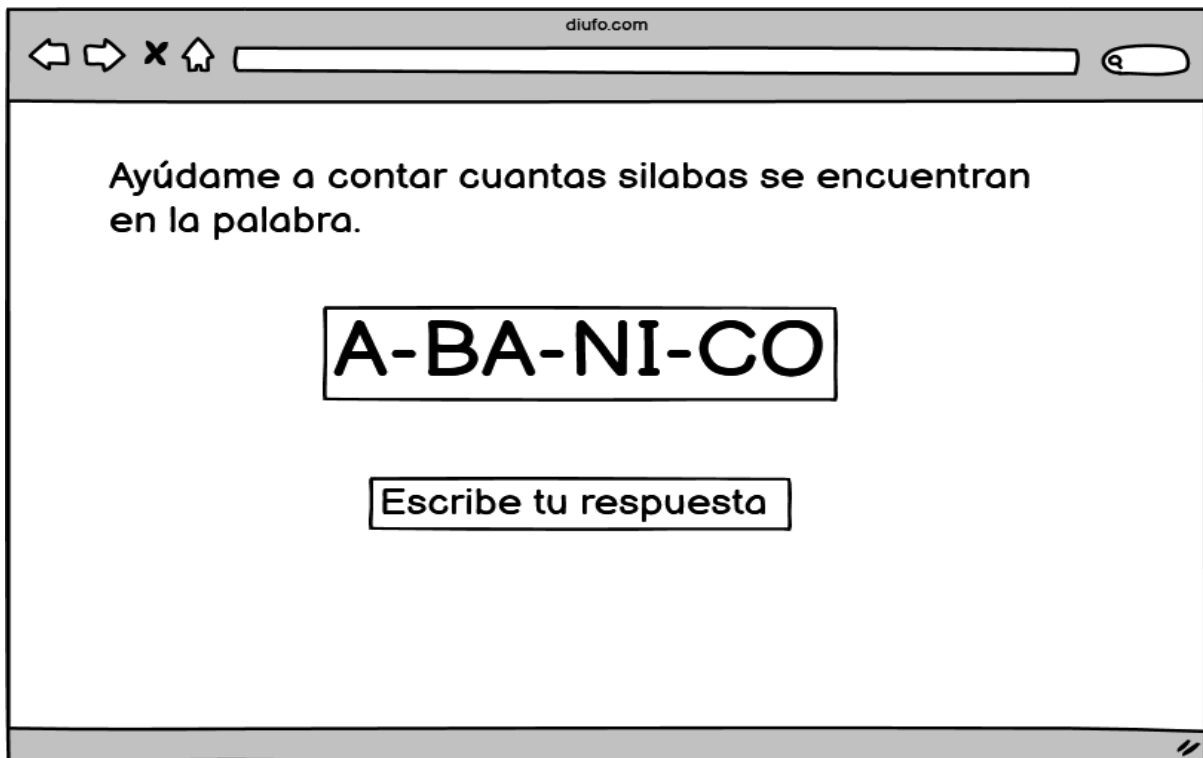


Figura 15. Escenario del diseño de la representación de la actividad Marte.

En la figura 16 se muestra el escenario del diseño de la representación de la actividad Tierra.

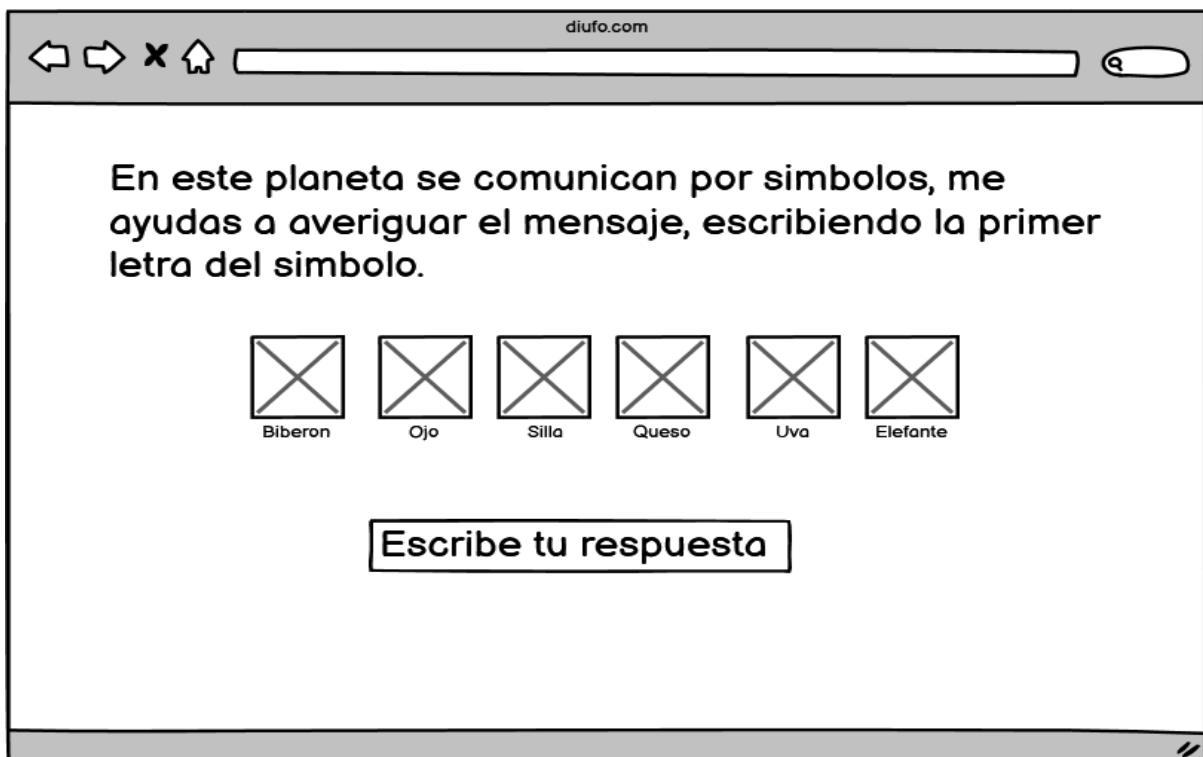


Figura 16. Escenario del diseño de la representación de la actividad Tierra.

En la figura 17 se muestra el escenario del diseño de la representación de las Estadísticas.

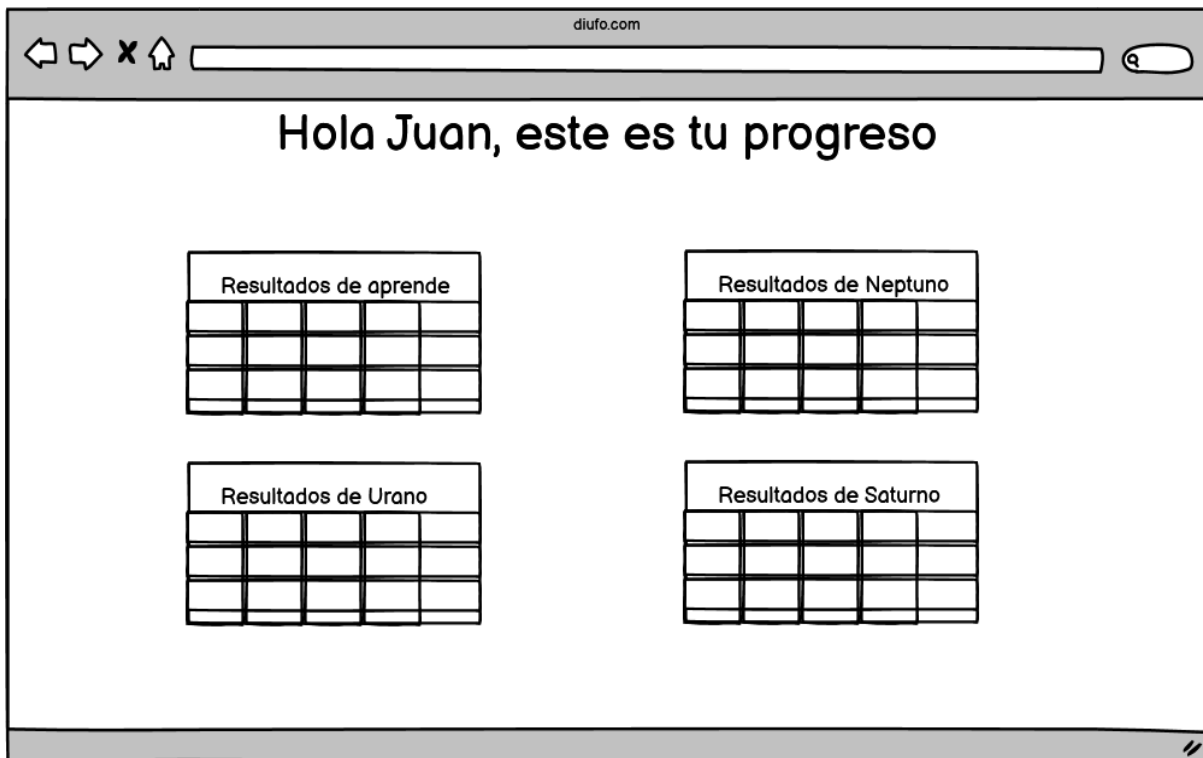


Figura 17. Escenario del diseño de la representación de estadísticas.

En la figura 18 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista principal de la aplicación.



Figura 18. Diseño de la vista principal creado en Figma.

En la figura 19 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista registrar.

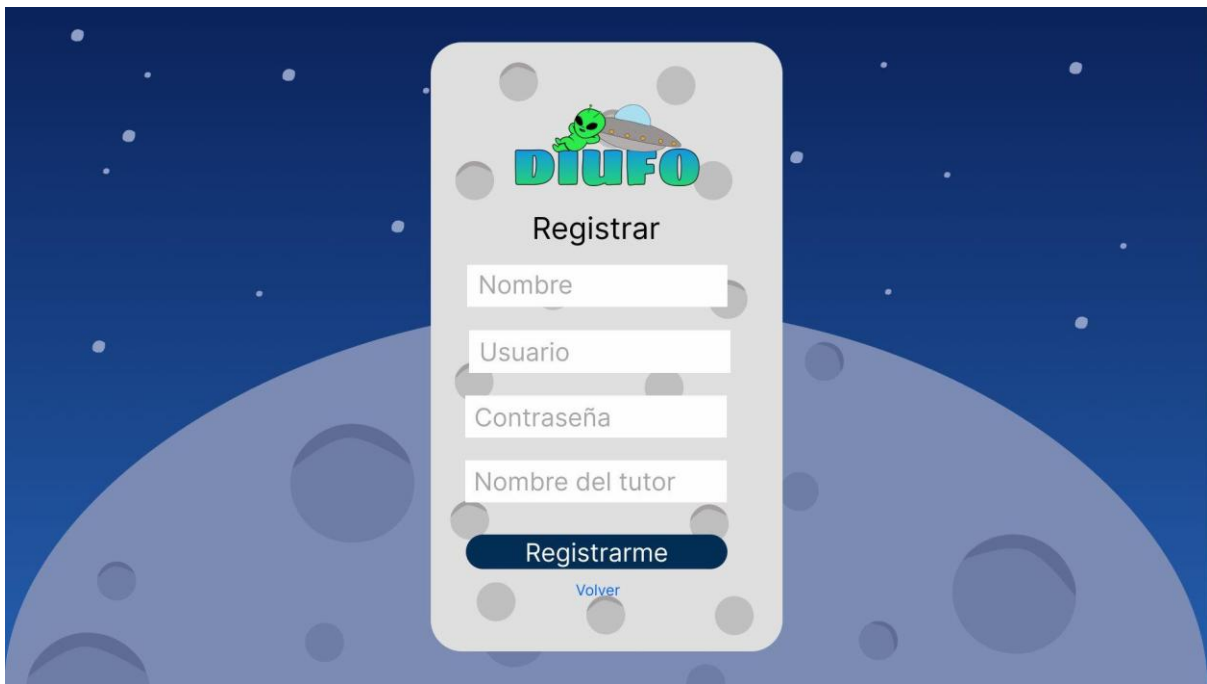


Figura 19. Diseño de la vista registrar, creado en Figma.

En la figura 20 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista iniciar sesión.

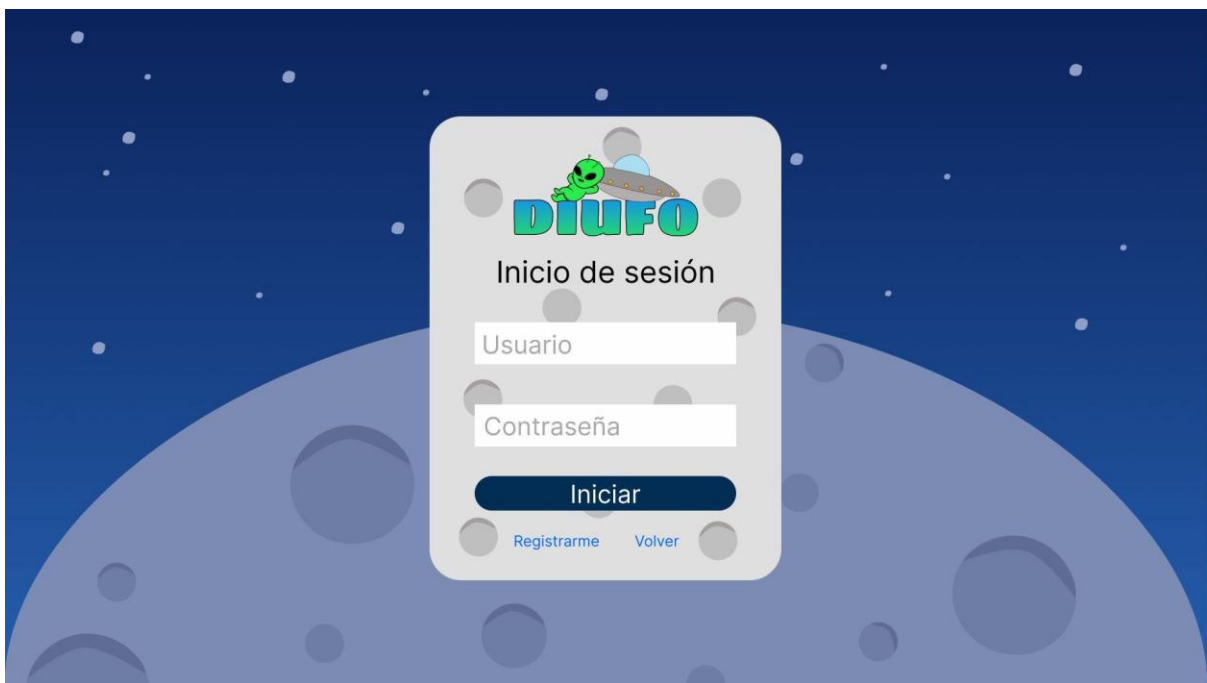


Figura 20. Diseño de la vista iniciar sesión, creado en Figma.

En las figuras 21 y 22 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista del menú principal.

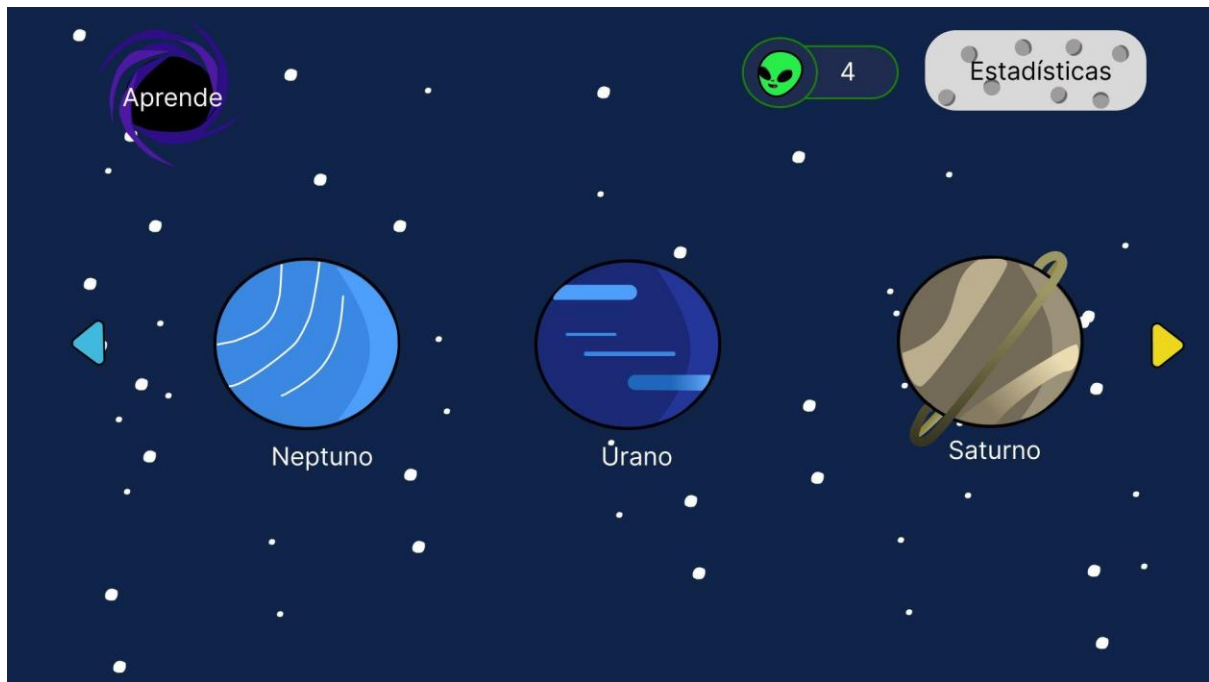


Figura 21. Diseño de la vista del menú principal, creado en Figma.

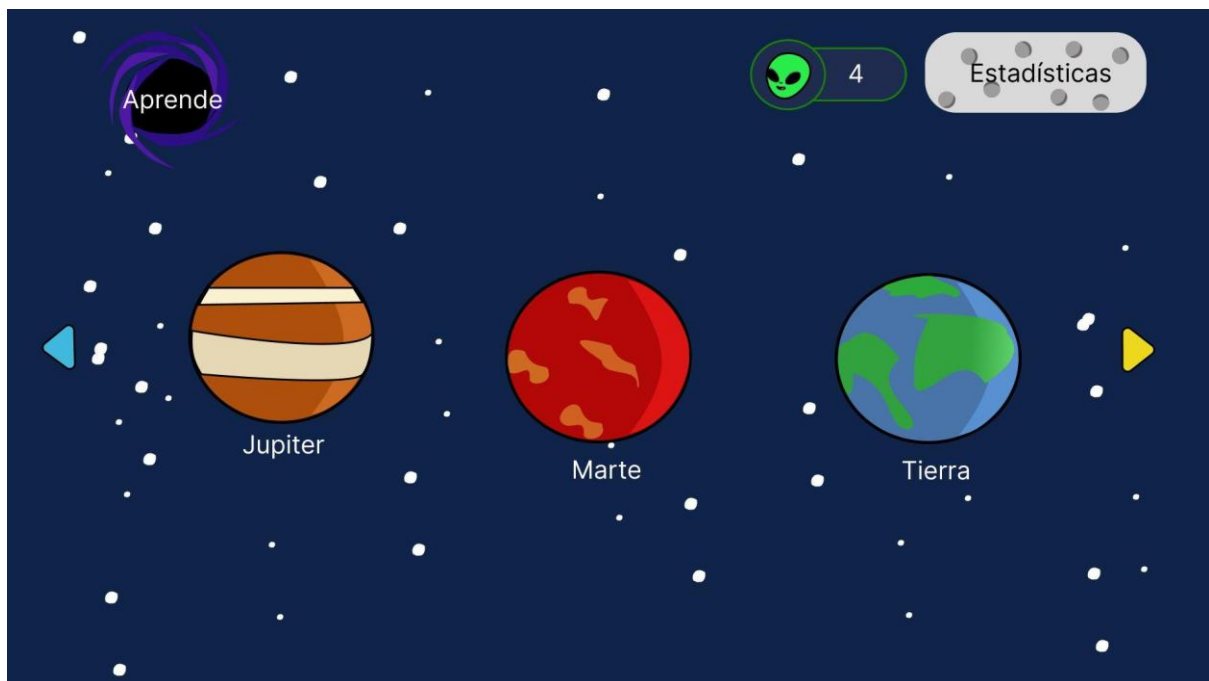


Figura 22. Diseño de la vista del menú principal, creado en Figma.

En la figura 23 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista del menú de aprendizaje.



Figura 23. Diseño de la vista del menú de aprendizaje, creado en Figma.

En las figuras 24 – 32 se muestran los diseños realizados en la herramienta Figma de las vistas Aprende de las letras A, E, I, O, U, B, D, C.

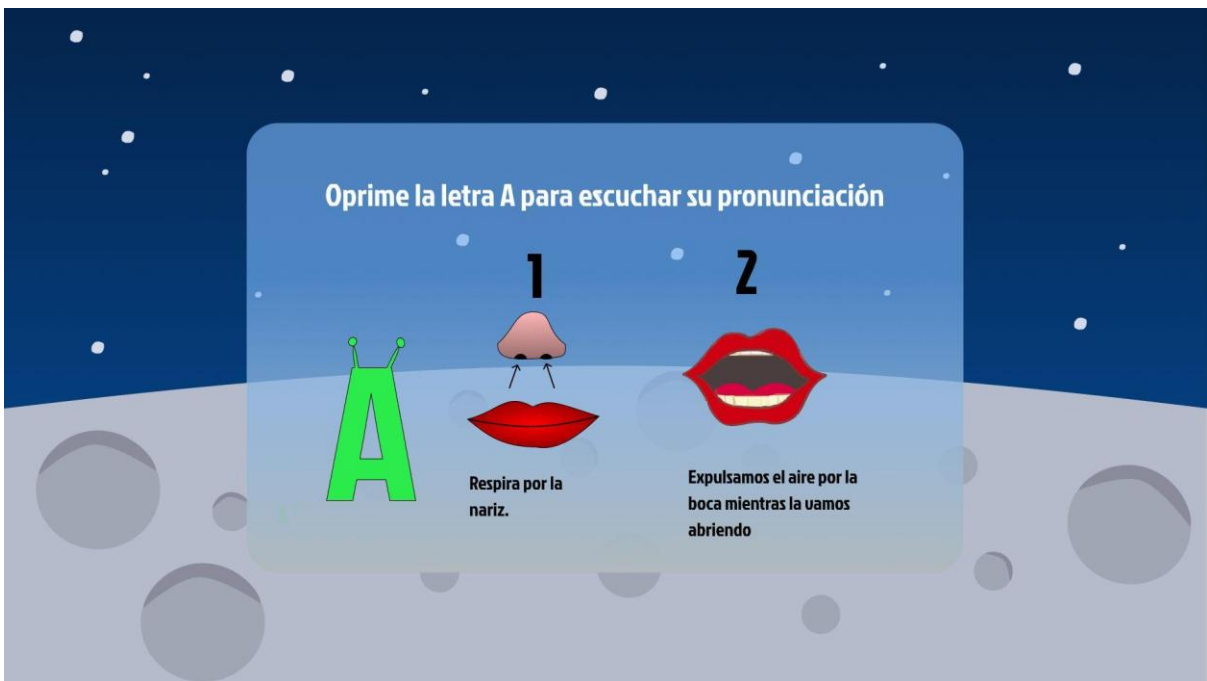


Figura 24. Diseño de la letra A de Aprende, creado en Figma

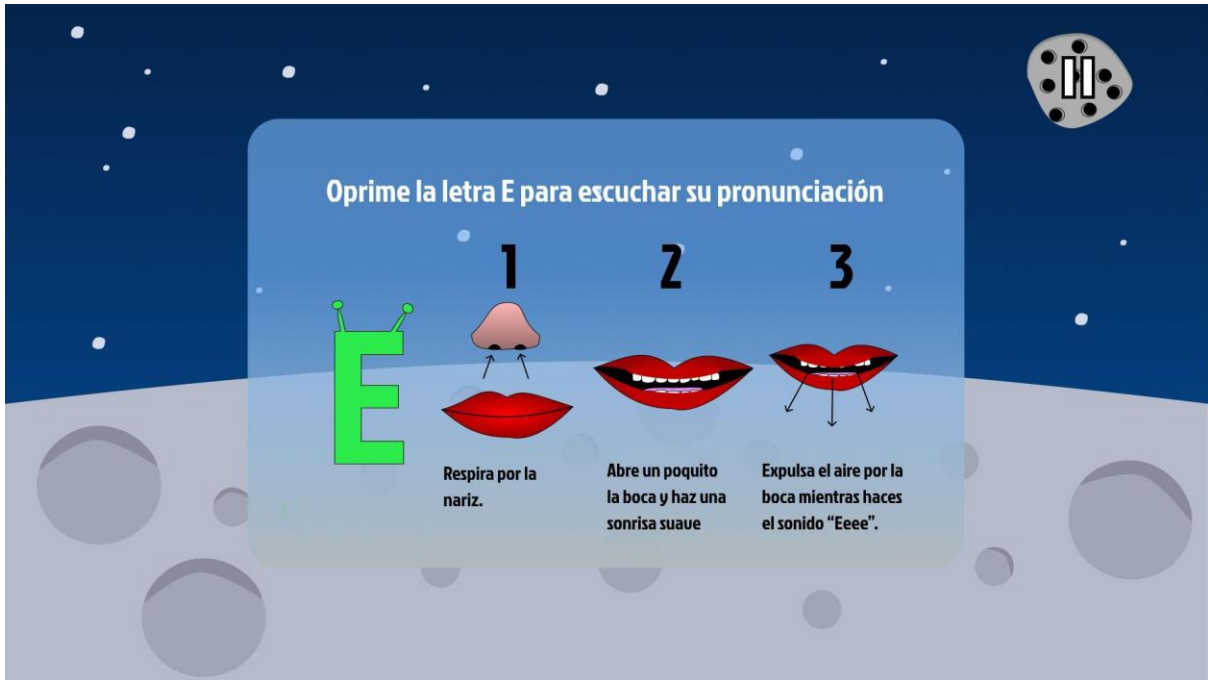


Figura 25. Diseño de la letra E de Aprende, creado en Figma.



Figura 26. Diseño de la letra I de Aprende, creado en Figma.

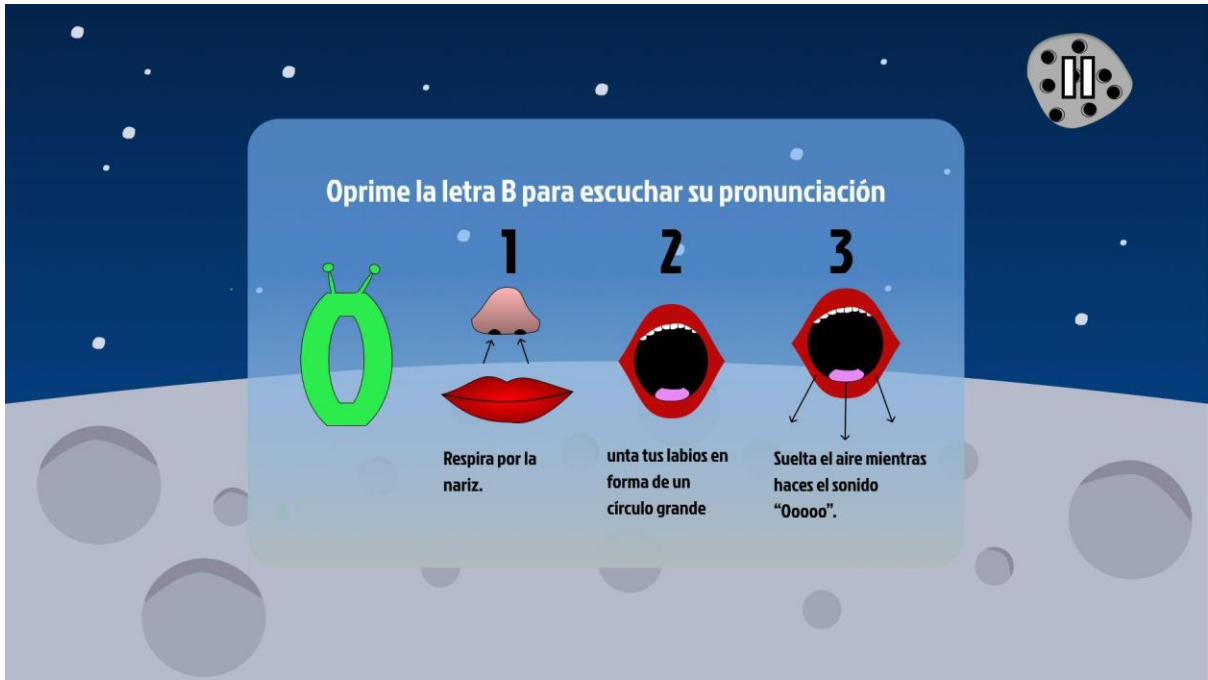


Figura 27. Diseño de la letra O de Aprende, creado en Figma.

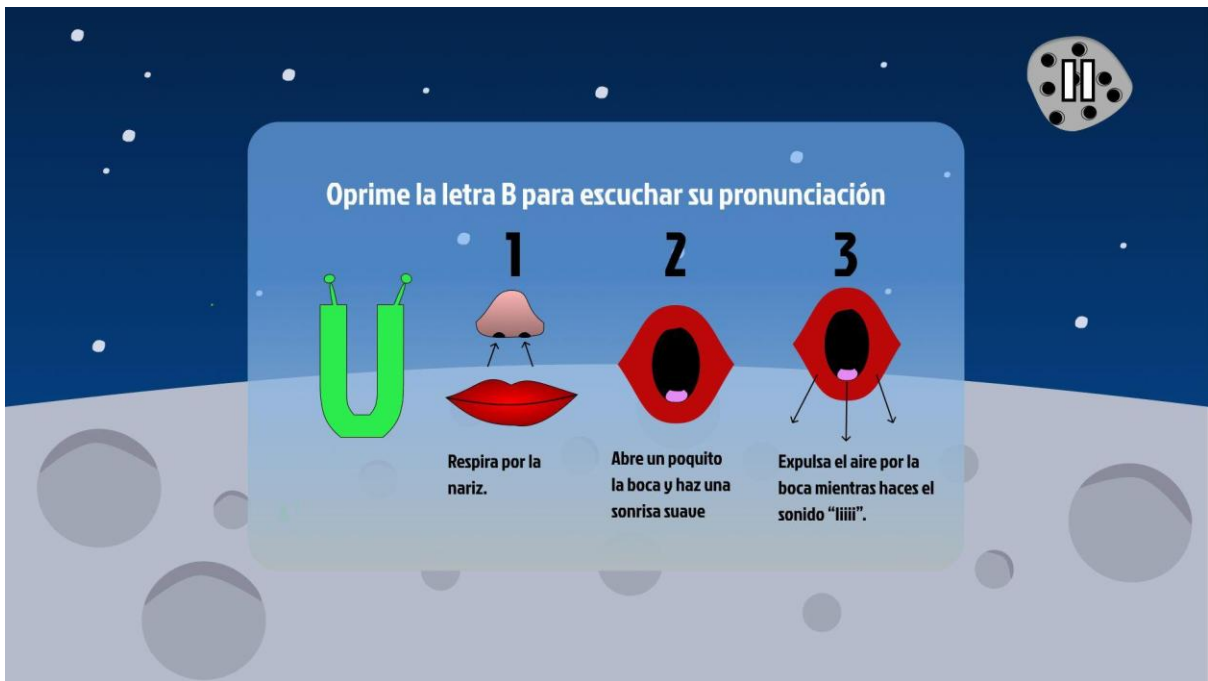


Figura 28. Diseño de la letra U de Aprende, creado en Figma.



Figura 29. Diseño de la letra B de Aprende, creado en Figma.

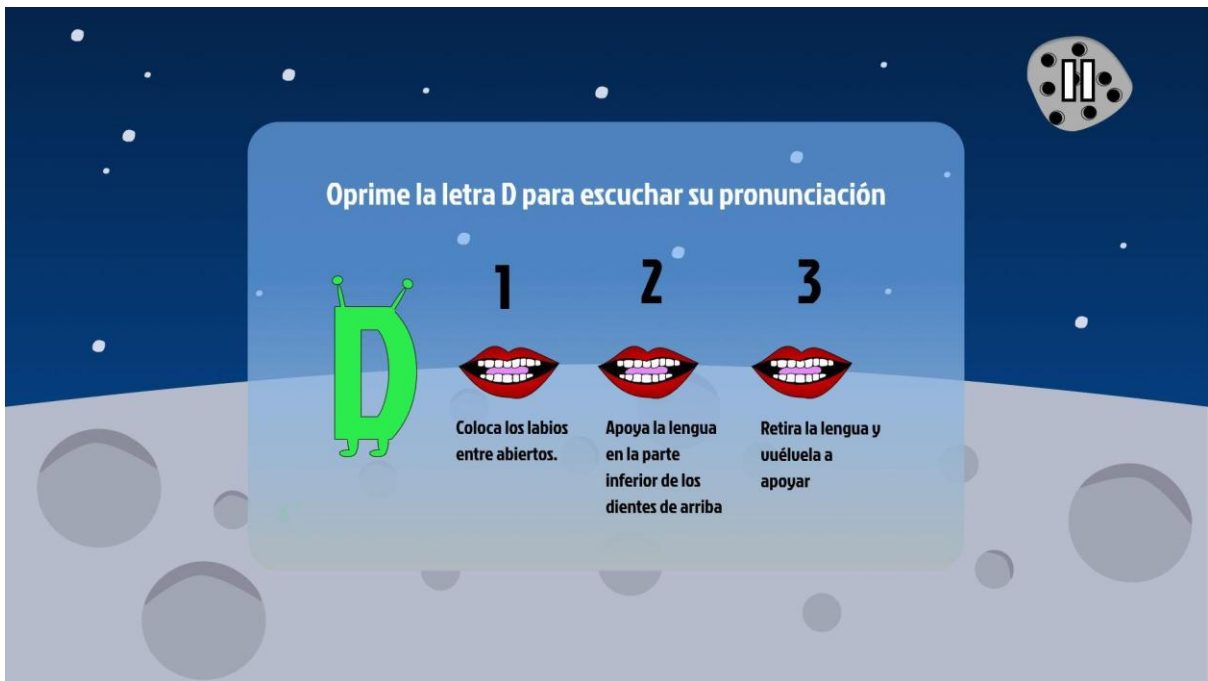


Figura 30. Diseño de la letra D de Aprende, creado en Figma.



Figura 31. Diseño de la letra C de Aprende, creado en Figma.

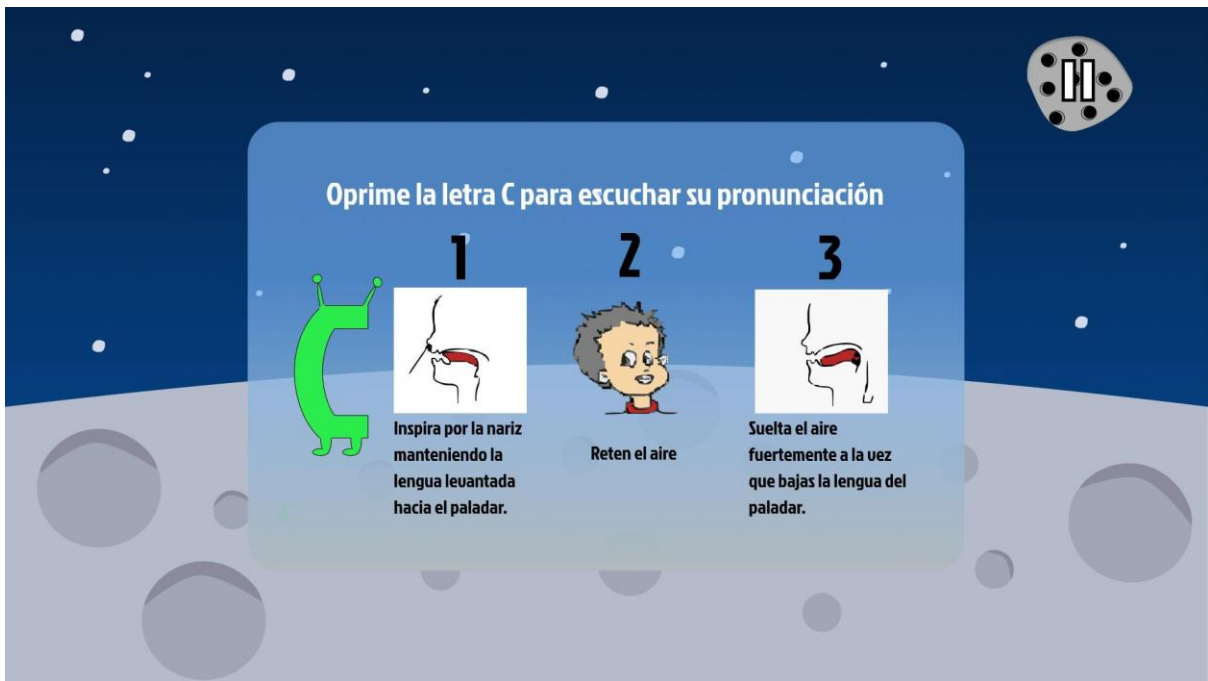


Figura 32. Diseño de la letra C de Aprende, creado en Figma.

En la figura 33 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista de la actividad Neptuno 1.



Figura 33. Diseño de la actividad Neptuno 1, creado en Figma.

En la figura 34 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista de la actividad Neptuno 2.



Figura 34. Diseño de la actividad Neptuno 2, creado en Figma.

En la figura 35 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista de la actividad Urano.



Figura 35. Diseño de la actividad Urano, creado en Figma.

En la figura 36 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista de la actividad Saturno.

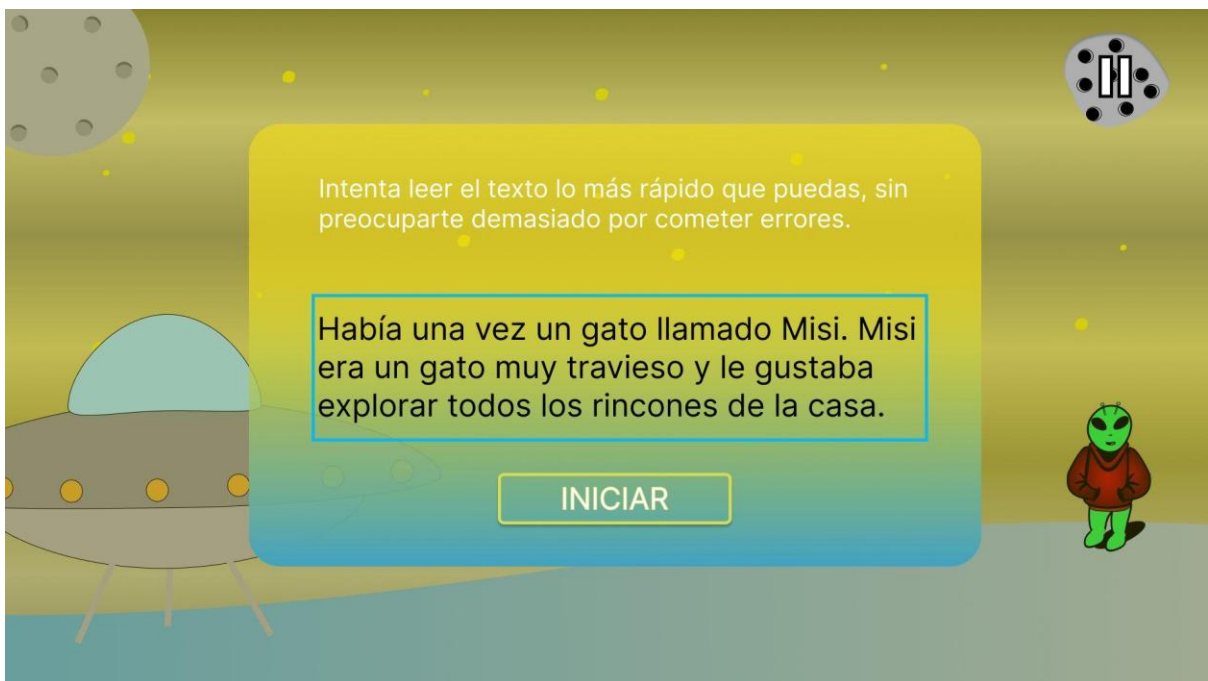


Figura 36. Diseño de la actividad Saturno, creado en Figma.

En la figura 37 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista de la actividad Júpiter 1.



Figura 37. Diseño de la actividad Júpiter 1, creado en Figma.

En la figura 38 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista de la actividad Júpiter 2.



Figura 38. Diseño de la actividad Júpiter 2, creado en Figma.

En la figura 39 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista de la actividad Marte.



Figura 39. Diseño de la actividad Marte, creado en Figma.

En la figura 40 se muestra el diseño realizado en la herramienta Figma de la vista de la actividad Tierra.



Figura 40. Diseño de la actividad Tierra, creado en Figma.

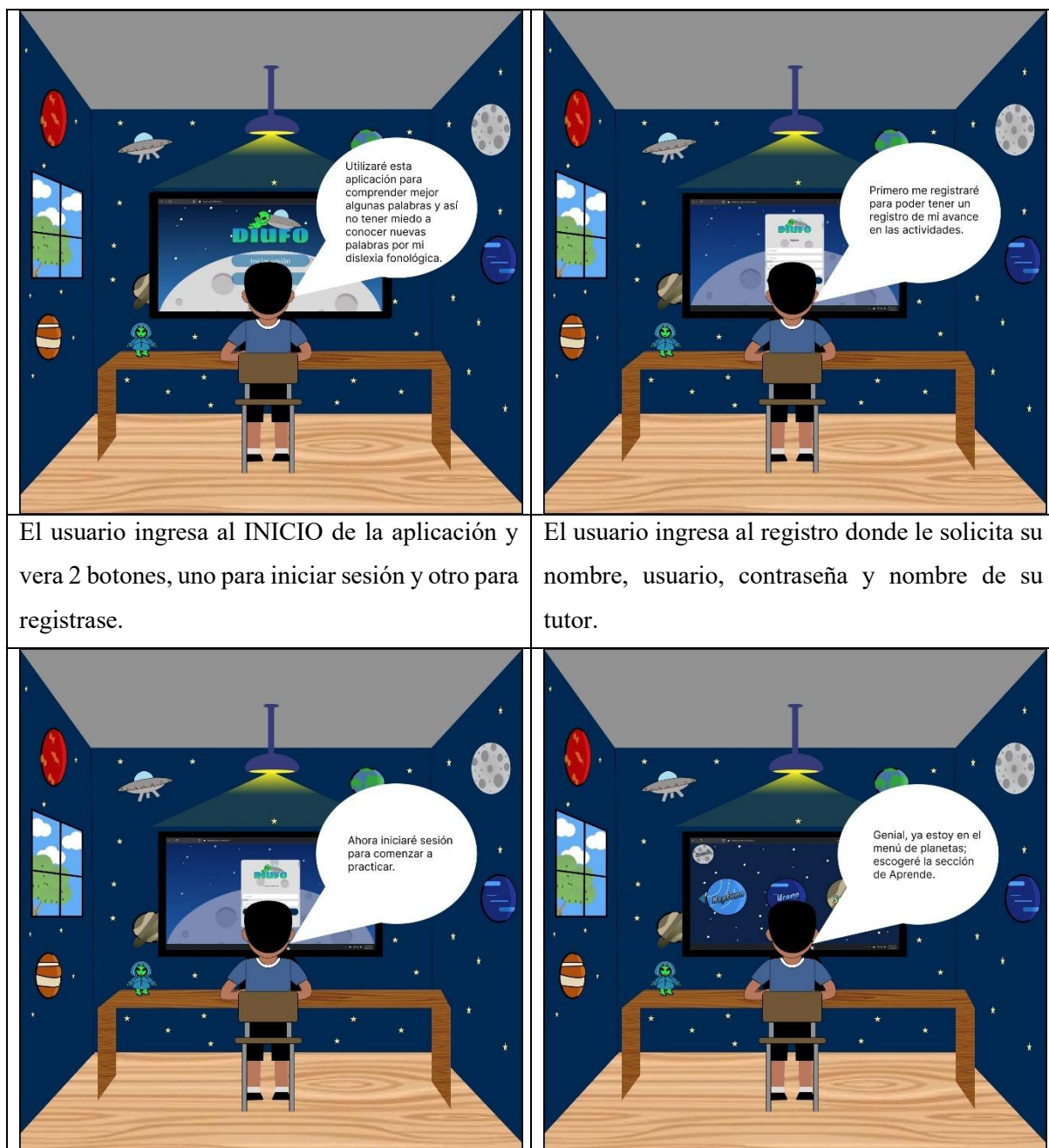
Storyboard

Un storyboard para diseños web es una herramienta visual que se utiliza en la etapa de planificación de un sitio web para representar la estructura y el contenido de las páginas web en forma de bocetos ilustrativos [38]. El storyboard para diseños web es similar al storyboard utilizado en producciones audiovisuales, pero se enfoca específicamente en la organización y diseño de las páginas web.

El storyboard para diseños web se crea a través de una serie de bocetos que muestran la estructura de navegación del sitio, los elementos de la interfaz de usuario, las secciones de contenido y las funcionalidades [39]. Cada boceto muestra una sección diferente de la aplicación digital y cómo se relaciona con otras secciones como podemos observar en la figura 41 donde se muestran los bocetos de los escenarios que se crearon para que el usuario interactúe con la aplicación digital y así pueda ver los ejercicios y actividades propuestas, se diseñaron mediante la herramienta de Figma.

Como parte del diseño de la aplicación digital se utilizó el storyboard para poder visualizar la aplicación digital de manera clara y organizada, y realizar cambios antes de comenzar la implementación.

En la figura 41 se muestra el storyboard de la aplicación Diufo.



Posteriormente el usuario se dirige a iniciar sesión ingresando el usuario y contraseña que creo en el registro.

Al iniciar sesión en la aplicación observa que existe un menú en forma del sistema solar contando con la luna donde se encuentran las lecciones, los 6 planetas donde se encuentran las actividades, un botón para ver sus estadísticas y otro botón para cerrar sesión.



El usuario ingresa a Aprende, donde observa una barra de avance y un menú con las letras que desee aprender, estas letras se muestran en meteoritos.

El usuario se encuentra aprendiendo la letra O dando clic en la letra para escuchar su pronunciación y articulando su boca como en las ilustraciones mostradas.



El usuario se encuentra aprendiendo la última letra que es la D y su barra de avance ya se encuentra casi llena.

El usuario se encuentra en la actividad de Neptuno, donde practica lo aprendido en la sección de Aprende.



El usuario avanza al siguiente nivel de Neptuno, en este nivel está buscando y seleccionando las figuras que comienzan con la letra descongelada en el nivel anterior.



Al terminar el nivel 2 de Neptuno la aplicación lo regresa para que continúe con la actividad o la termina.



El usuario se encuentra en la actividad de Urano, en esta actividad el usuario elige una carta.



Cuando elige la carta se muestra la palabra que contiene, se activa el micrófono que se encuentra conectado al dispositivo donde se está realizando la actividad y debe pronunciar la palabra para validar si la dijo correctamente.



El usuario está observando su bitácora de avance, cada tablita representa una actividad.

Figura 41. Storyboard

Capítulo 4. Implementación y pruebas de la aplicación

4.1. Implementación

PhpMyAdmin es una herramienta de software libre escrita en PHP, diseñada para gestionar la administración de MySQL en la web.

En la figura 42 se muestra la base de datos y tablas de Diufo, esto para poder almacenar el registro de los usuarios y avances de cada actividad.




Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño	Residuo a depurar
<input type="checkbox"/> aprende	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8_general_ci	48.0 KB	-
<input type="checkbox"/> jupiter	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	5	InnoDB	utf8_general_ci	48.0 KB	-
<input type="checkbox"/> marte	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8_general_ci	48.0 KB	-
<input type="checkbox"/> neptuno	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	3	InnoDB	utf8_general_ci	48.0 KB	-
<input type="checkbox"/> saturno	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	48.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tierra	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8_general_ci	48.0 KB	-
<input type="checkbox"/> urano	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1	InnoDB	utf8_general_ci	48.0 KB	-
<input type="checkbox"/> usuarios	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	3	InnoDB	utf8_general_ci	32.0 KB	-
<input type="checkbox"/> usuarios_progreso	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1	InnoDB	utf8_general_ci	48.0 KB	-
9 tablas	Número de filas	23	InnoDB	utf8_general_ci	416.0 KB	0 B

Figura 42. Base de datos de la aplicación Diufo con 9 tablas.

CodeIgniter es un framework web PHP full-stack que es ligero, rápido, flexible y seguro que cuenta con el patrón de diseño MVC (Model, View, Controller). Es un marco de desarrollo de aplicaciones (un conjunto de herramientas) para quienes crean sitios web con PHP. Su objetivo es permitirles desarrollar proyectos mucho más rápido que si escribieran código desde cero, proporcionando un amplio conjunto de bibliotecas para tareas comunes, así como una interfaz sencilla y una estructura lógica para acceder a ellas [40]. Con ayuda del editor de código Visual Studio Code en la figura 43 se muestran los archivos MVC que se encuentran dentro del proyecto Diufo

- 1- *Controllers*: carpeta que contiene los archivos controller o controladores los cuales ayudan a realizar la parte lógica del proyecto con ayuda del lenguaje PHP v7 y a comunicarse con los modelos y las vistas.
- 2- *Models*: Carpeta que contiene los archivos models o modelos los cuales ayudan a crear lógica, realizar queries con ayuda de SQL y tener comunicación con los archivos controller.
- 3- *Views*: Carpeta que contiene los archivo views o vistas, los cuales nos ayuda a crear de forma gráfica y con ayuda de HTML, CSS y JS los botones, inputs, menús y partes interactivas para dar una mejor UI (Interfaz de usuario) y UX (Experiencia de Usuario)

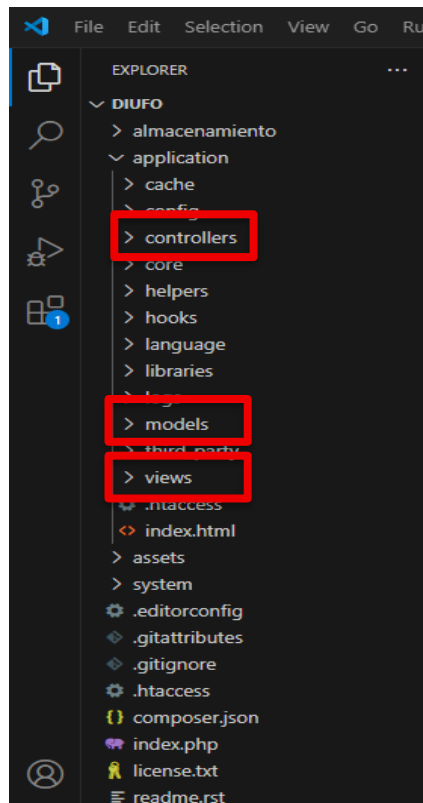


Figura 43. Archivos MVC dentro de la aplicación Diufo.

En la figura 44 se muestra el archivo *database* que se encuentra dentro de la carpeta *config*, este archivo nos ayuda para conectarnos a la base de datos.

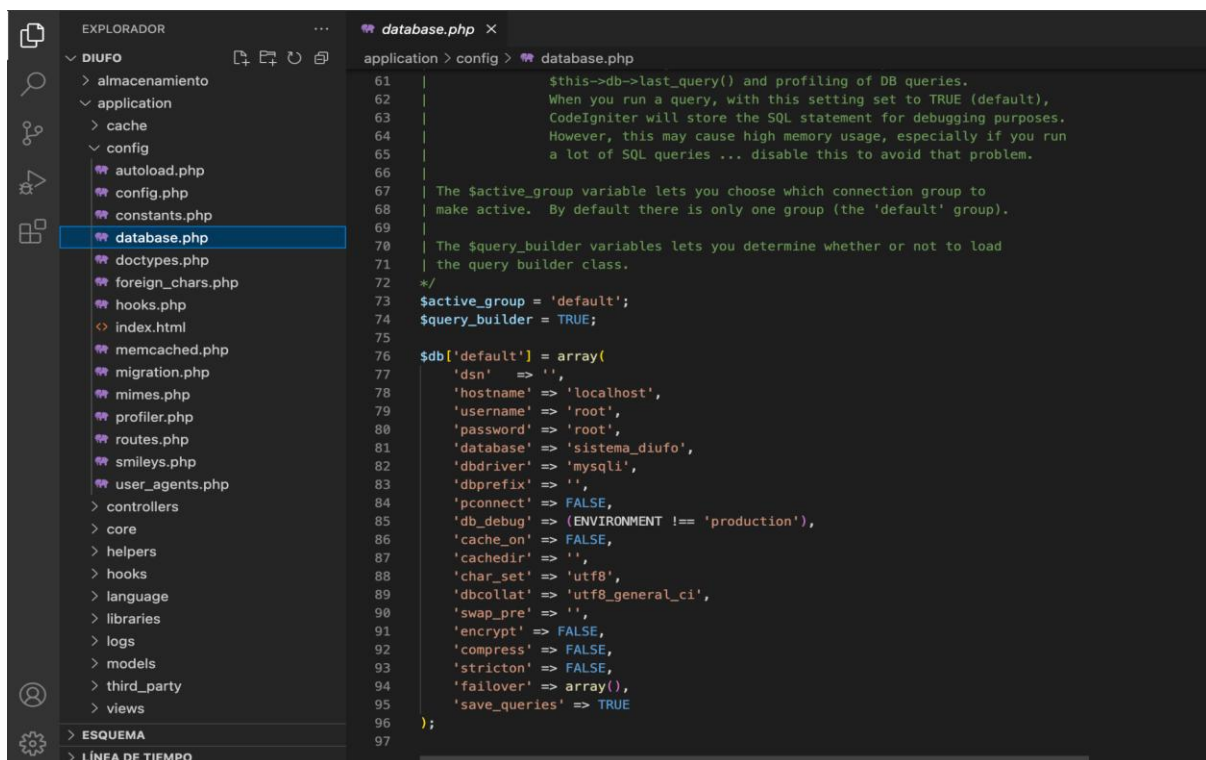


Figura 44. Archivo database para conectar a la base de datos.

Para el funcionamiento del registro se desarrolló el controlador *Registrar*, el cual cuenta con una función llamada `registrar_usuario()`, en esta función obtenemos los datos ingresados en el formulario de registro, se validan y si todo está correcto inicializamos una variable llamada `identificador_1` con una cadena encriptada con *hash*, este `identificador_1` lo utilizamos para el registro del usuario enviando a la base de datos el `identificador_1`, los datos ingresados por el usuario y una contraseña también encriptada con *hash* para la seguridad de que no sea visible en la base de datos:

Código 1. Funcion registrar_usuario.

```

public function registrar_usuario()
{
    // Establecer validaciones
    $this->form_validation->set_rules('nombre', 'Nombre', 'trim|required|max_length[240]');
    $this->form_validation->set_rules('usuario', 'Usuario',
    'required|max_length[50]|is_unique[usuarios.usuario]');
    $this->form_validation->set_rules('password', 'Contraseña', 'required');
    $this->form_validation->set_rules('nombre_tutor', 'Nombre de tutor',
    'trim|required|max_length[240]');

    if ($this->form_validation->run() == false) {
        $this->load->view('layouts/header-mascara');
        $this->load->view('registrar/index');
        $this->load->view('layouts/footer');
    } else {

        $fecha_registro = date("Y-m-d H:i:s");
        $key_1 = "usuarios-" . date("Y-m-d-H-i-s", strtotime($fecha_registro));
        $identificador_1 = hash("crc32b", $key_1);

        // Preparar datos para hacer el insert en la bd
        $data = array(
            'identificador' => $identificador_1,
            'nombre' => $this->input->post('nombre'),
            'usuario' => $this->input->post('usuario'),
            'password' => password_hash($this->input->post('password'), PASSWORD_DEFAULT),
            'nombre_tutor' => $this->input->post('nombre_tutor'),
            'fecha_registro' => date("Y-m-d H:i:s")
        );

        if ($this->db->insert('usuarios', $data)) {
            $query = $this->db->query("SELECT * FROM `usuarios` WHERE BINARY `usuario` = ' .
            $this->db->escape($data['usuario']) . '");
            $data_usuario = $query->row();
            $this->preparar_datos_sesion($data_usuario->usuario, $data_usuario->nombre, $data_usuario->
            identificador, $data_usuario->nombre_tutor, NULL, "");

            $this->session->set_flashdata('exito', 'Usuario registrado con éxito');
            redirect('login');
        }

        $this->load->view('registrar/registrar_usuario', array('mensaje_error' => 'Ha ocurrido un error al
        intentar realizar el registro, por favor inténtelo más tarde'));
    }
}

```

Para actualizar el progreso del usuario se desarrolló la función *actualizar_progreso()* que se encuentra en el controlador *Aprende_model*, con esta función creamos la consulta update para actualizar el registro del usuario de la tabla aprende:

Código 2. Query para actualizar progreso.

```
public function actualizar_progreso($user_identificador, $incremento) {
    $this->db->set('puntuacion', 'puntuacion + ' . $incremento, FALSE);
    $this->db->where('usuario_identificador', $user_identificador);
    $this->db->update('aprende');
}
```

En el controlador *Aprende* se desarrolló la función *actualizar_progreso()* utilizada en cada lección de *Aprende*, esta función se manda a llamar en un script JS para poder actualizar la barra de progreso, este progreso se actualiza solo si es menor de 100:

Código 3. Actualizar progreso.

```
public function actualizar_progreso()
{
    $user_identificador = $this->session->userdata('identificador');
    $incremento = 12.5;

    $usuario_progreso = $this->aprende_model->obtener_progreso_de_usuario($user_identificador)->row();

    if ($usuario_progreso->progreso < 100) {

        $this->aprende_model->actualizar_progreso($user_identificador, $incremento);

        echo json_encode(['status' => 'success']);
    } else {
        echo json_encode(['status' => 'false']);
    }
}
```

Función JS para llamar acceder al controlador *Aprende* y a la función *actualizar_progreso()* por medio de Ajax, con esta función nos aseguramos de que se registre el progreso de cada letra una sola vez por usuario:

Código 4. Función Actualizar progreso.

```
function actualizarProgresoUnaVez(clave, next) {
    console.log('Entre al if 0')
    if (localStorage.getItem(clave)) {
        // No se ha actualizado antes, proceder con la actualización
        console.log('Entre al if 1')
        $.ajax({
            url: 'aprende/actualizar_progreso',
            method: 'POST',
            dataType: 'json',
            success: function (response) {
                if (response.status === 'success') {
                    console.log('se actualizo')
                    // actualizarBarraProgreso();
                }
            }
        });
    }
    next();
}
```

```

    } else {
        console.log('No actualice :()');
    }
    // Marcar como actualizado
    localStorage.setItem(clave, 'true');
    // Redirigir a la siguiente vista después de un breve retraso
    setTimeout(function () {
        window.location.href = next;
    }, 500); // Retraso de 0.5 segundos para actualizar la barra de progreso antes de redirigir
}
});
} else {
    // Ya se ha actualizado, simplemente redirigir
    setTimeout(function () {
        window.location.href = next;
    }, 500); // Retraso de 0.5 segundos para redirigir
}
}
}

```

Función *obtener_progreso_de_usuario()* del modelo *Aprende_model*, en esta función se crea la query para obtener el progreso del usuario:

Código 5. Función obtener_progreso_de_usuario.

```

public function obtener_progreso_de_usuario($user_identificador) {
    $query = $this->db
        ->where('t1.usuario_identificador', $user_identificador)
        ->select("t1.*")
        ->from("aprende t1")
        ->get();
    return $query;
}

```

Para el funcionamiento de la actividad Urano, en el index del controlador Urano se realiza la creación de un *identificador_1* encriptado para después mandarlo en el array que se registrara en la tabla Urano de la base de datos, esto con el fin de generar un registro del usuario cada vez que ingrese a esta actividad y así llevar registro de su avance:

Código 6. Función Index.

```

public function index() {
    $fecha_registro = date("Y-m-d H:i:s");

    $key_1 = "urano-" . date("Y-m-d-H-i-s", strtotime($fecha_registro));
    $identificador_1 = hash("crc32b", $key_1);

    // Preparar datos para hacer el insert en la bd
    $data_1 = array(
        'identificador' => $identificador_1,
        'usuario_identificador' => $this->session->userdata('identificador'),
        'puntuacion' => '0',
        'fecha_registro' => date("Y-m-d H:i:s")
    );
    if ($this->db->insert('urano', $data_1)) {
        $this->load->view('layouts/header-urano');
        $this->load->view('planetas/urano/index');
    }
}

```

```

    $this->load->view('layouts/footer');
}
}

```

En esta actividad se utiliza un script JS ubicado en la vista *urano/index.php* para poder hacer uso del micrófono y así el usuario pueda pronunciar las palabras que se le indican, en este script se inicializa el micrófono, escucha la palabra mencionada por el usuario y si esta es correcta se muestra un gif de acierto, la frase “Correcto dijiste: palabra mencionada” y gracias a un *Ajax* se realiza la petición en el controlador *urano/actualizar_progreso()*, esto con el fin de actualizar las respuestas correctas o incorrectas del usuario. en cada función de micrófono se encuentra un contador el cual se suma cada vez que selecciona la imagen y pronuncia la palabra mostrada, si el contador llega a la suma de 3 se redirecciona al controlador *urano/respuestas()*:

Código 7. Micrófono.

```

<script>
  var cont = 0;

  function startRecognition1() {
    const wordElement = document.getElementById('word');
    const resultElement = document.getElementById('result');
    const indicatorElement = document.getElementById('indicator');
    const timerElement = document.getElementById('timer'); // Elemento del cronómetro
    const check = document.getElementById('check');
    const wordToMatch = wordElement.textContent;

    if (!('webkitSpeechRecognition' in window)) {
      alert('Lo siento, tu navegador no soporta la API de reconocimiento de voz.');
```

```

recognition.onresult = function(event) {
  clearInterval(countdown); // Detener el cronómetro si se obtiene un resultado
  const spokenWord = event.results[0][0].transcript.trim().toLowerCase();

  if (spokenWord === wordToMatch.toLowerCase()) {
    resultElement.textContent = `¡Correcto!. Dijiste: ${spokenWord}`;
    // Cerrar los modales
    $('.modal').modal('hide');
    check.style.display = 'block';

    $.ajax({
      url: 'urano/actualizar_progreso',
      method: 'POST',
      dataType: 'json',
      success: function(response) {
        if (response.status === 'success') {
          console.log('se actualizo')
          // actualizarBarraProgreso();
        } else {
          console.log('No actualice :(')
        }
      }
    });

    // Esperar un momento para asegurarse de que los modales se han cerrado
    setTimeout(function() {
      // Animación de confeti
      confetti({
        particleCount: 100,
        spread: 70,
        origin: {
          y: 0.6
        }
      });
    }, 500); // Ajusta el tiempo de espera según sea necesario
  } else {
    resultElement.textContent = `Incorrecto. Dijiste: ${spokenWord}`;
  }
  indicatorElement.style.display = 'none';

  cont++;
  console.log('contador', cont);

  if (cont === 3) {
    window.location.href = '../planetas/urano/respuestas';
  }
};

recognition.onerror = function(event) {
  clearInterval(countdown); // Detener el cronómetro en caso de error
  resultElement.textContent = `Error: ${event.error}`;
  indicatorElement.style.display = 'none';
};

function startRecognition2() {
  const wordElement = document.getElementById('word2');
  const resultElement = document.getElementById('result2');
  const indicatorElement = document.getElementById('indicator2');
  const timerElement = document.getElementById('timer2'); // Elemento del cronómetro

```

```

const check = document.getElementById('check2');
const wordToMatch = wordElement.textContent;

if (!('webkitSpeechRecognition' in window)) {
  alert('Lo siento, tu navegador no soporta la API de reconocimiento de voz.');
```

```

  return;
}

const recognition = new webkitSpeechRecognition();
recognition.lang = 'es-ES';
recognition.interimResults = false;
recognition.maxAlternatives = 1;

indicatorElement.style.display = 'block';
recognition.start();

// Iniciar el cronómetro de 10 segundos
let timeLeft = 10; // Tiempo inicial en segundos
const countdown = setInterval(() => {
  timeLeft--;
  timerElement.textContent = timeLeft;

  if (timeLeft <= 0) {
    clearInterval(countdown);
    recognition.stop(); // Detener reconocimiento cuando llegue a 0
    resultElement.textContent = 'Se agotó el tiempo.';
    indicatorElement.style.display = 'none';
    cont++;
    console.log('contador', cont);
  }
}, 1000);

recognition.onresult = function(event) {
  clearInterval(countdown); // Detener el cronómetro si se obtiene un resultado
  const spokenWord = event.results[0][0].transcript.trim().toLowerCase();

  if (spokenWord === wordToMatch.toLowerCase()) {
    resultElement.textContent = `¡Correcto!. Dijiste: ${spokenWord}`;
    // Cerrar los modales
    $('.modal').modal('hide');
    check.style.display = 'block';

    $.ajax({
      url: 'urano/actualizar_progreso',
      method: 'POST',
      dataType: 'json',
      success: function(response) {
        if (response.status === 'success') {
          console.log('se actualizo')
          // actualizarBarraProgreso();
        } else {
          console.log('No actualice :(')
        }
      }
    });
  }
});

// Esperar un momento para asegurarse de que los modales se han cerrado
setTimeout(function() {
  // Animación de confeti

```

```

        confetti({
            particleCount: 100,
            spread: 70,
            origin: {
                y: 0.6
            }
        });
    }, 500); // Ajusta el tiempo de espera según sea necesario

    // getNewWord();
} else {
    resultElement.textContent = `Incorrecto. Dijiste: ${spokenWord}`;
}
indicatorElement.style.display = 'none';

cont++;
console.log('contador', cont);

if (cont == 3) {
    window.location.href = '../planetas/urano/respuestas';
}
};

recognition.onerror = function(event) {
    clearInterval(countdown); // Detener el cronómetro en caso de error
    resultElement.textContent = `Error: ${event.error}`;
    indicatorElement.style.display = 'none';
};
}

function startRecognition3() {
    const wordElement = document.getElementById('word3');
    const resultElement = document.getElementById('result3');
    const indicatorElement = document.getElementById('indicator3');
    const timerElement = document.getElementById('timer3'); // Elemento del cronómetro
    const check = document.getElementById('check3');
    const wordToMatch = wordElement.textContent;

    if (!('webkitSpeechRecognition' in window)) {
        alert('Lo siento, tu navegador no soporta la API de reconocimiento de voz.');
```

```

    resultElement.textContent = 'Se agotó el tiempo.';
    indicatorElement.style.display = 'none';
    cont++;
    console.log('contador', cont);
  }
}, 1000);

recognition.onresult = function(event) {
  clearInterval(countdown); // Detener el cronómetro si se obtiene un resultado
  const spokenWord = event.results[0][0].transcript.trim().toLowerCase();

  if (spokenWord === wordToMatch.toLowerCase()) {
    resultElement.textContent = `¡Correcto!. Dijiste: ${spokenWord}`;

    // Cerrar los modales
    $('.modal').modal('hide');
    check.style.display = 'block';

    $.ajax({
      url: 'urano/actualizar_progreso',
      method: 'POST',
      dataType: 'json',
      success: function(response) {
        if (response.status === 'success') {
          console.log('se actualizo')
          // actualizarBarraProgreso();
        } else {
          console.log('No actualice :(')
        }
      }
    });

    // Esperar un momento para asegurarse de que los modales se han cerrado
    setTimeout(function() {
      // Animación de confeti
      confetti({
        particleCount: 100,
        spread: 70,
        origin: {
          y: 0.6
        }
      });
    }, 500); // Ajusta el tiempo de espera según sea necesario

    // getNewWord();
  } else {
    resultElement.textContent = `Incorrecto. Dijiste: ${spokenWord}`;
  }
  indicatorElement.style.display = 'none';

  cont++;
  console.log('contador', cont);

  if (cont === 3) {
    window.location.href = '../planetas/urano/respuestas';
  }
};

```

```

recognition.onerror = function(event) {
    clearInterval(countdown); // Detener el cronómetro en caso de error
    resultElement.textContent = `Error: ${event.error}`;
    indicatorElement.style.display = 'none';
};
}

function getNewWord() {
$.ajax({
    url: `<?= base_url("palabra/get_new_word"); ?>`,
    method: 'GET',
    dataType: 'json',
    success: function(data) {
        $('#word').text(data.word);
    },
    error: function(jqXHR, textStatus, errorThrown) {
        console.error('Error:', textStatus, errorThrown);
    }
});
}

document.addEventListener('DOMContentLoaded', function() {
    var images = document.querySelectorAll('.image-container');

    images.forEach(function(image) {
        image.addEventListener('click', function() {
            this.classList.toggle('unfrozen');
            if (this.classList.contains('unfrozen')) {
                this.style.pointerEvents = 'none'; // Desactivar eventos de clic
            }
        });
    });
});

$(document).ready(function() {
    $('#card-1').click(function(e) {
        e.preventDefault();
        $('#cardmodal-1').modal('show');
        startRecognition1();
    });

    $('#card-2').click(function(e) {
        e.preventDefault();
        $('#cardmodal-2').modal('show');
        startRecognition2();
    });

    $('#card-3').click(function(e) {
        e.preventDefault();
        $('#cardmodal-3').modal('show');
        startRecognition3();
    });
});
</script>

```

Funciones *actualizar_progreso()* y *respuestas()* ubicadas en el controlador *Urano*:

Código 8. Función actualizar_progreso y respuestas

```
public function actualizar_progreso()
{
    $user_identificador = $this->session->userdata('identificador');
    $incremento = 1;

    $puntuacion_usuario = $this->urano_model->obtener_puntuacion_de_usuario($user_identificador)-
>row(); //c0ed7954
    $puntuacion_actual = $this->urano_model-
>obtener_ultima_puntuacion_de_usuario($user_identificador)->row();

    $usuario_progreso = $this->urano_model->obtener_puntuacion_de_usuario($user_identificador)-
>row();

    // if ($usuario_progreso->puntuacion <= 3) {
    $incremento_fin = $puntuacion_actual->puntuacion + $incremento;
    $data = array(
        'usuario_identificador' => $user_identificador,
        'puntuacion' => $incremento_fin,
        'fecha_registro' => date('Y-m-d H:i:s')
    );

    $this->urano_model->actualizar_progreso($puntuacion_actual->identificador, $data);

    echo json_encode(['status' => 'success']);
}

public function respuestas()
{
    $user_identificador = $this->session->userdata('identificador');

    $puntuacion_actual = $this->urano_model-
>obtener_ultima_puntuacion_de_usuario($user_identificador)->row();

    $data['puntuacion_actual'] = $puntuacion_actual;

    $this->load->view('layouts/header-urano');
    $this->load->view('planetas/urano/respuestas', $data);
    $this->load->view('layouts/footer');
}
```

Para el funcionamiento del apartado Estadísticas, en el controlador se desarrollaron las siguientes funciones:

- obtener_progreso_aprende_por_usuario()
- obtener_progreso_neptuno_por_usuario()
- obtener_progreso_urano_por_usuario()
- obtener_progreso_saturno_por_usuario()
- obtener_progreso_jupiter_por_usuario()
- obtener_progreso_marte_por_usuario()
- obtener_progreso_tierra_por_usuario()

Para poder realizar la petición a los modelos correspondientes y obtener los datos solicitados de la base de datos, al igual se creó un script JS para poder mostrar las tablas por medio de datatables.

El script JS nos ayuda para poder mostrar la tabla de cada actividad con los registros del usuario que está dentro de la aplicación:

Código 9. Datatables.

```
var table;
var table2;
var table3;
var table4;
var table5;
var table6;
var table7;

var actual_url = document.URL;
var method_call = "";

console.log(actual_url);

if(actual_url.indexOf("index") < 0){
    method_call = "estadisticas/";
}

/**
 * Este línea desactiva los mensajes de error de DataTables();
 */
$.fn.dataTable.ext.errMode = 'throw';

$(document).ready(function() {
    table = $('#table').DataTable({
        "scrollX": true,
        "deferRender": true,
        "processing": true,
        "order": [[0, "asc"]],
        "lengthMenu": [[25, 50, 100, 250, 500, -1], [25, 50, 100, 250, 500, "Todos"]],
        "ajax": {
            "url": method_call+"obtener_progreso_aprende_por_usuario",
            "type": 'POST'
        },
        "columns": [
            {"data": "id"},
            {"data": "nombre_actividad"},
            {"data": "progreso"},
            {"data": "fecha"},
            // {"data": "opciones"},
        ],
        "language": {
            "sProcessing": "<i class='fa fa-spinner spinner'></i> Cargando...",
            "sLengthMenu": "Mostrar _MENU_",
            "sZeroRecords": "No se encontraron resultados",
            "sEmptyTable": "Juega para ver tus resultados &#128512",
            "sInfo": "Mostrando del _START_ al _END_ de _TOTAL_",
            "sInfoEmpty": "Mostrando del 0 al 0 de 0",
            "sInfoFiltered": "(filtrado _MAX_)",
            "sInfoPostFix": "",
            "sSearch": "Buscar:",
            "sUrl": ""
        }
    });
});
```

```
"sInfoThousands": ",",
"sLoadingRecords": "&nbsp;",
"oPagate": {
  "sFirst": "Primero",
  "sLast": "Último",
  "sNext": ">",
  "sPrevious": "<"
},
"oAria": {
  "sSortAscending": ": Activar para ordenar la columna de manera ascendente",
  "sSortDescending": ": Activar para ordenar la columna de manera descendente"
},
"buttons": {
  "copy": "Copiar",
  "colvis": "Visibilidad"
}
},
rowCallback: function(row, data, index){
  $(row).find("td:eq(2)").css('background-color', '#37BC9B');
}
});
```

Las variables table2, table3, table4, table5, y table6 contienen el mismo script que la variable table1.

Como parte de la implementación se presentan algunas capturas que muestran el diseño final de la aplicación interactiva digital para apoyo a niños con dislexia fonológica.

En la figura 45 tenemos la pantalla de inicio el cual muestra:

1. El logo de la aplicación
2. El botón de *iniciar sesión*: Este botón lleva al usuario a una vista nueva en la cual podrá ingresar sus datos e iniciar sesión para poder guardar sus avances.
3. El botón de *registrarme*: Este botón lleva al usuario a una vista nueva donde tendrá que ingresar los datos que se le solicitan para poder registrarse en la aplicación, poder iniciar sesión y guardar sus avances de las actividades que realice.

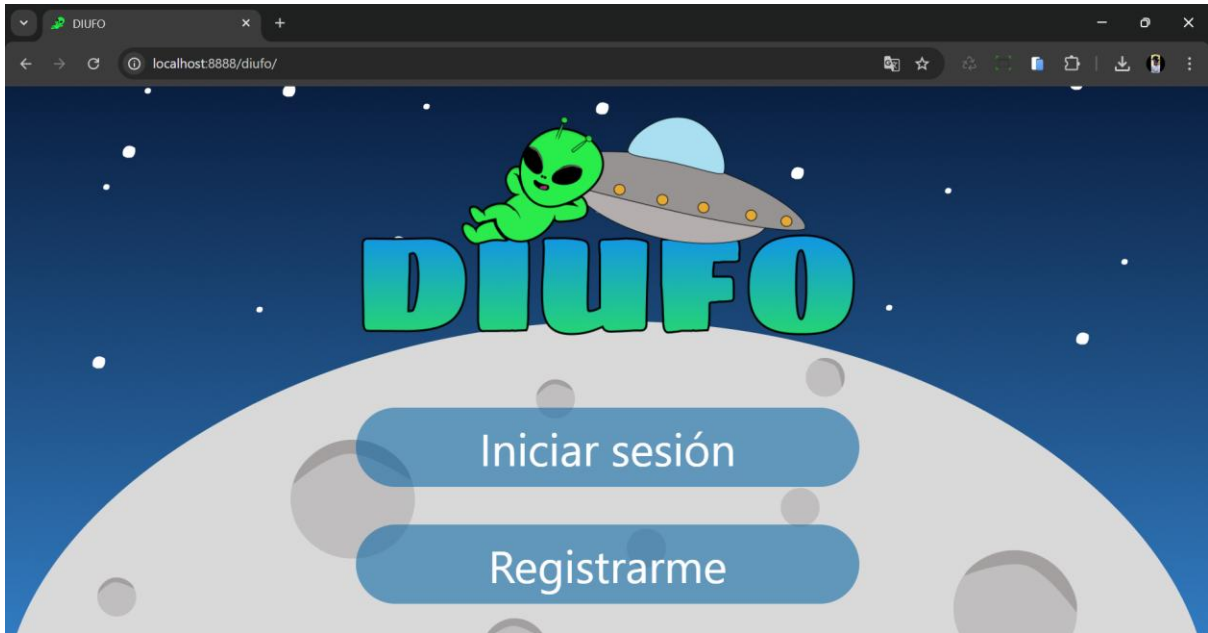


Figura 45. Inicio de sistema.

En la figura 46 tenemos la vista de registro el cual nos solicita nombre, un usuario, una contraseña y un nombre de tutor.

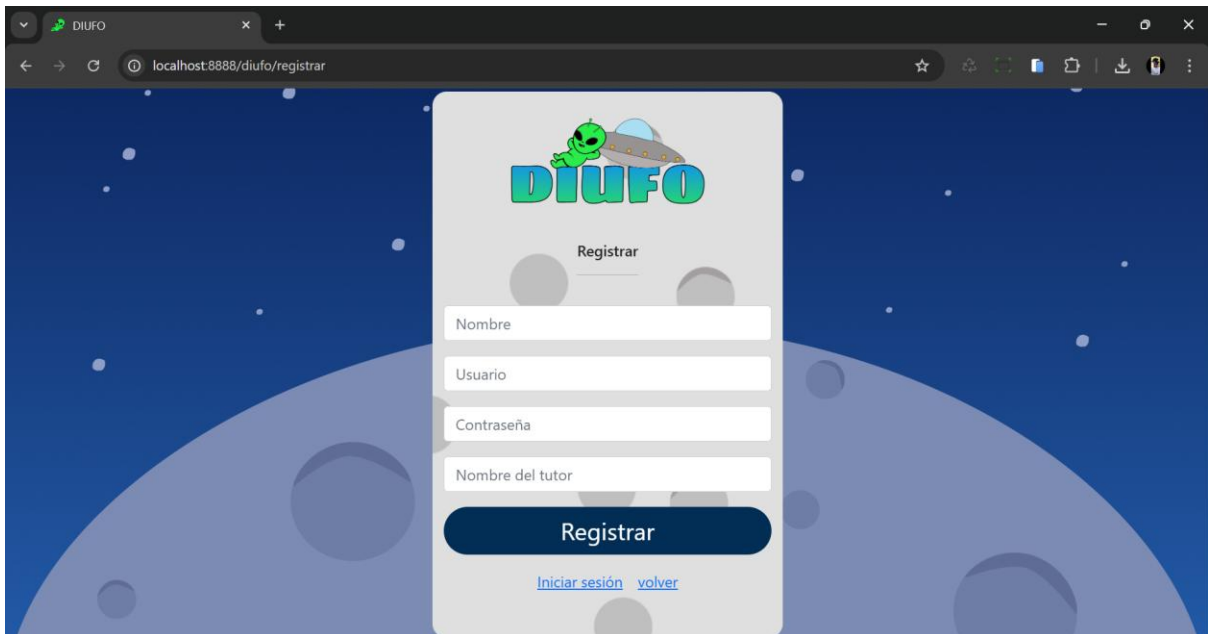


Figura 46. Registro.

En la figura 47 tenemos la vista de inicio de sesión la cual nos solicita un usuario y una contraseña.

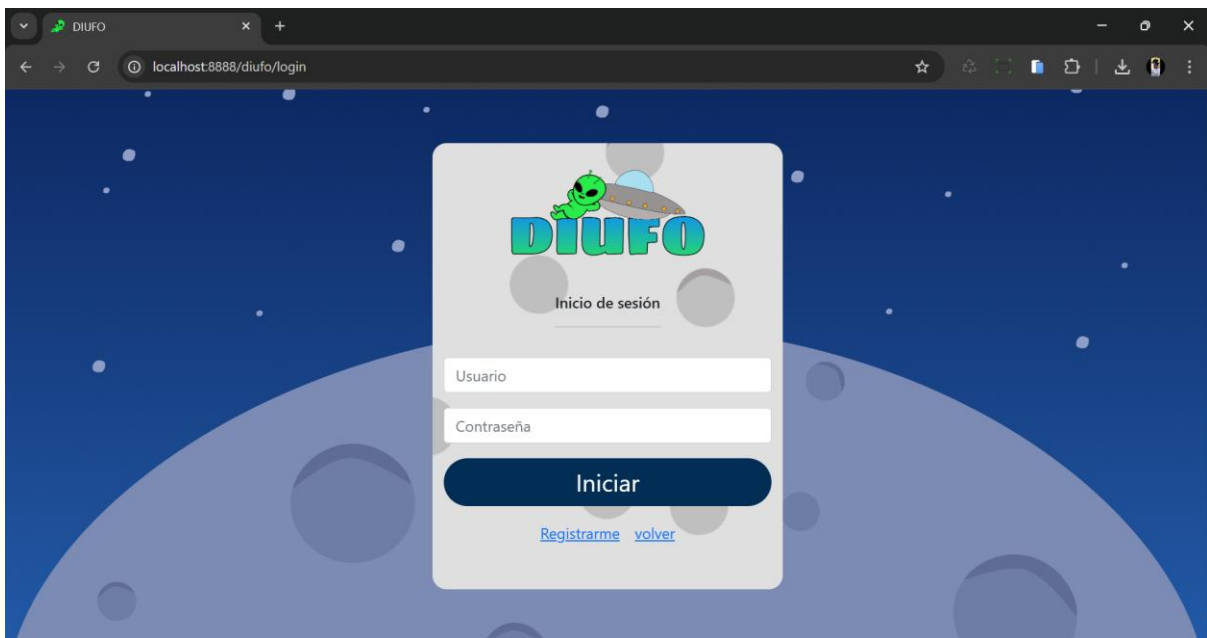


Figura 47. Inicio de sesión.

En las figuras 48 y 49 tenemos la vista del menú de planetas, en esta vista nos muestra un botón con forma de luna el cual nos lleva a una vista de lecciones, un botón de estadísticas para ver el avance de las actividades realizadas, un botón de cerrar sesión y un carrusel de los 6 planetas existentes en el sistema solar como Neptuno, Urano, Saturno, Júpiter, Marte y Tierra.

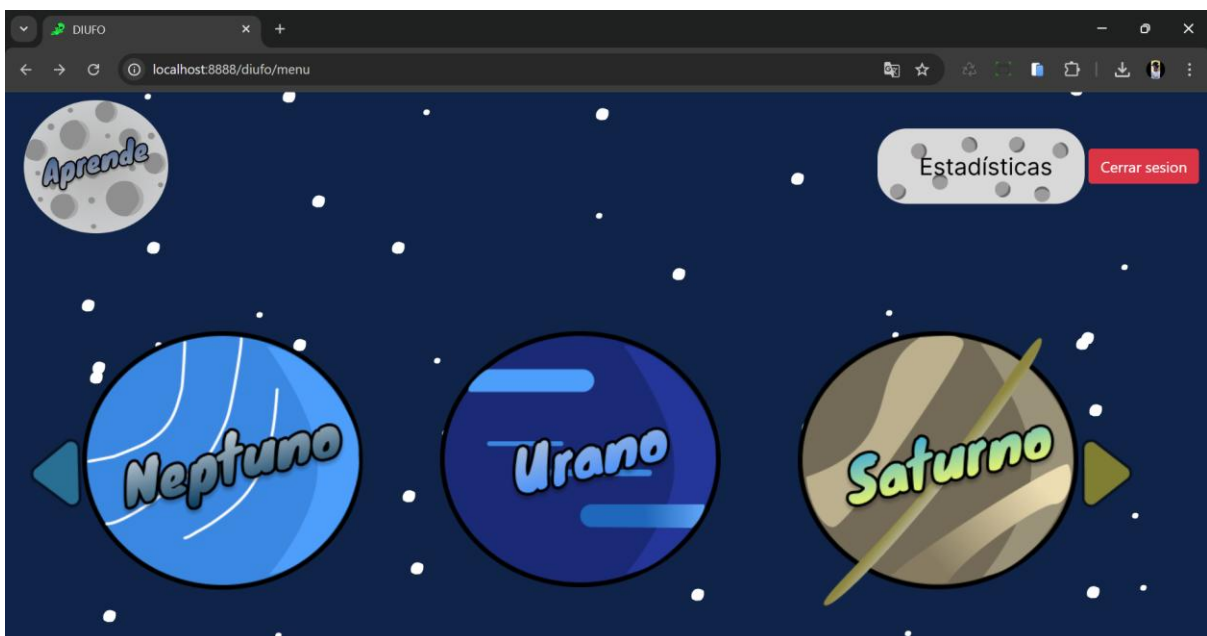


Figura 48. carrusel de planetas.

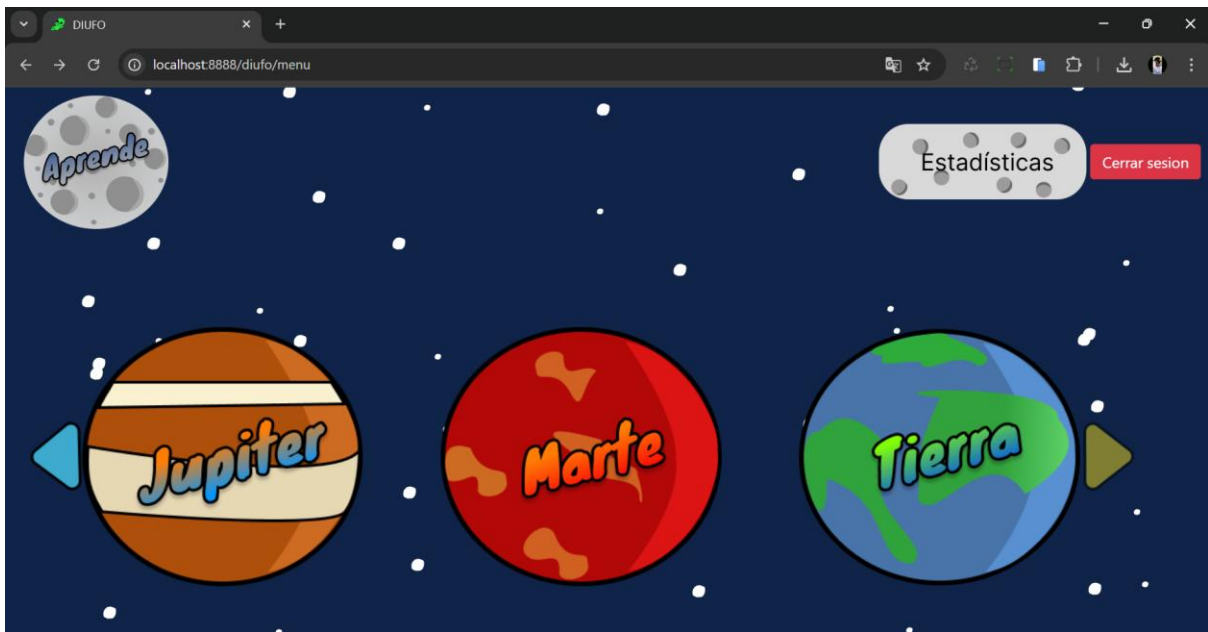


Figura 49. Carrusel de planetas.

Al dar clic en el botón *aprende* nos muestra una vista como la figura 50 con una barra de avance, un botón de pausa y varios botones para seleccionar la letra que se desea aprender.

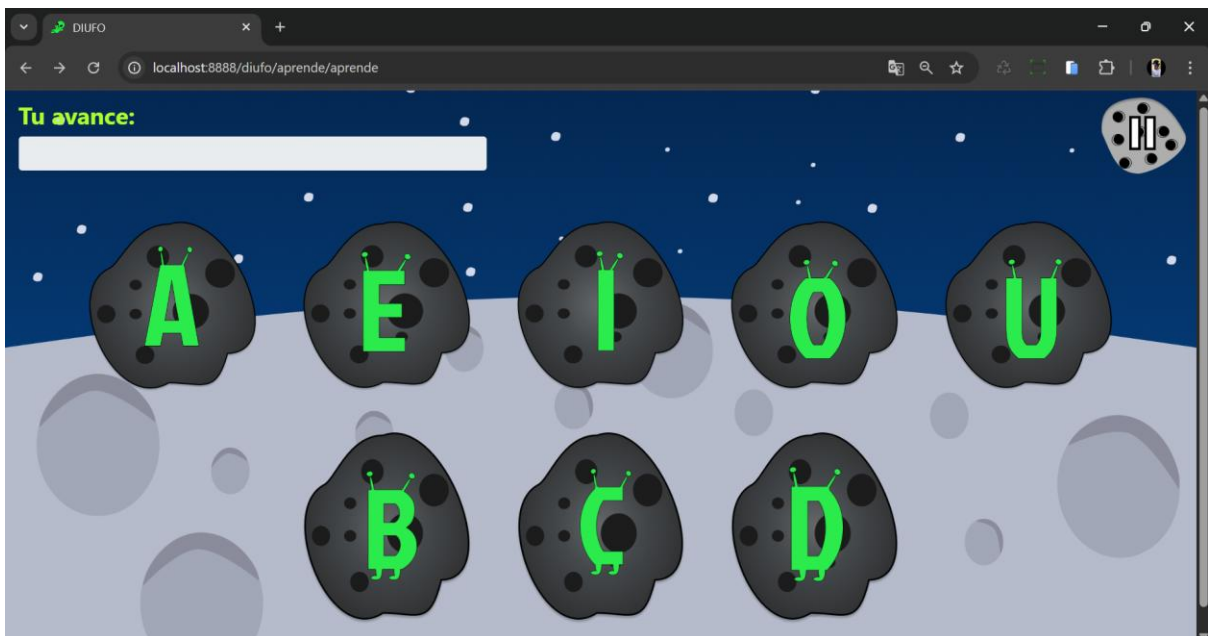


Figura 50. Menú de Aprende.

En la figura 51 se muestra vista del botón pausa, en esta vista el infante puede dirigirse al menú *Aprende*, al menú Planetas, a la vista *Estadísticas* o solo salir de la vista actual para regresar a la vista anterior.

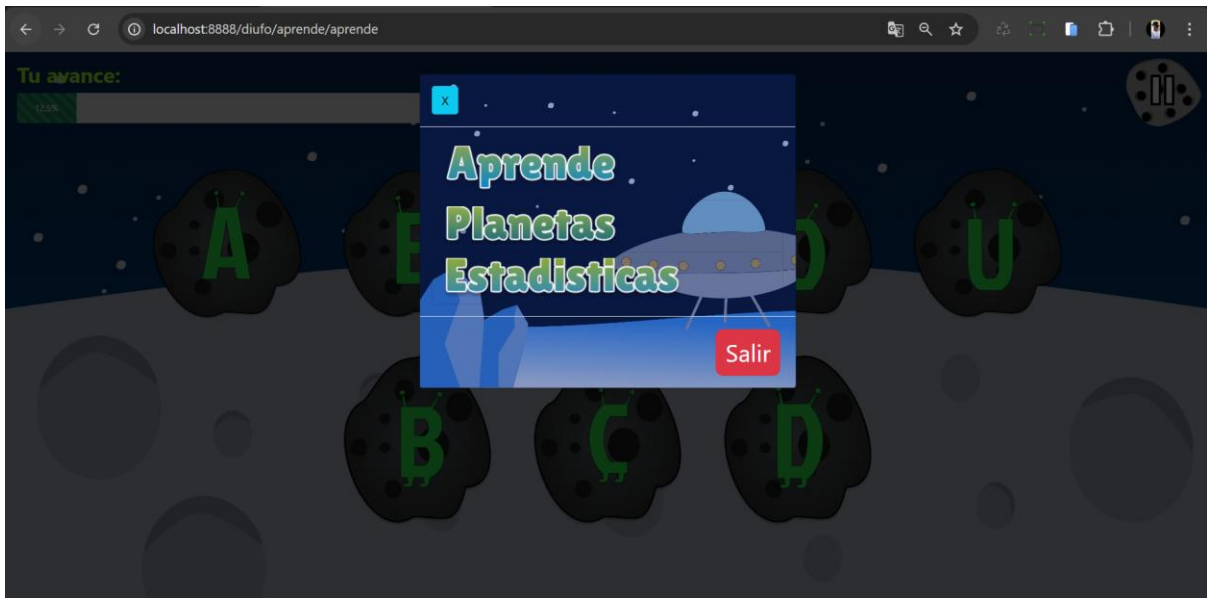


Figura 51. Menú de Aprende.

En la figura 52 se muestra la vista de *Aprende* la letra A, en esta vista nos muestra una instrucción, la letra A, ilustraciones de como articular la boca para poder pronunciar la letra A y dos botones que sirven para regresar a la letra anterior o a la siguiente.

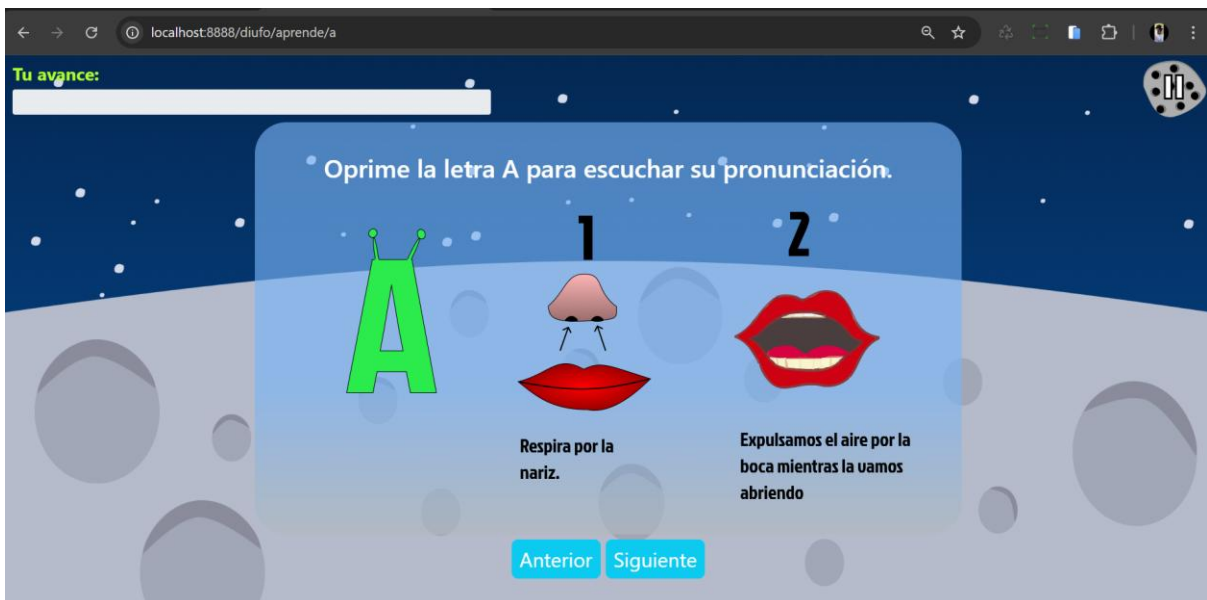


Figura 52. Aprende letra A.

En la figura 53 se muestra la vista de *Aprende* la letra E, en esta vista nos muestra una instrucción, la letra E, ilustraciones de cómo articular la boca para poder pronunciar la letra E y dos botones que sirven para regresar a la letra anterior o a la siguiente.



Figura 53. *Aprende letra E.*

Así como las figuras 54 y 55 se muestran las vistas de *Aprende* las letras I, O, U, B, C, D.

En la figura 53 se muestra la vista de la actividad 1 de Neptuno, en esta vista tenemos el botón de pausa, una instrucción para seguirla y así poder pasar a la actividad 2 de Neptuno, tenemos 3 botones y un botón Salir.

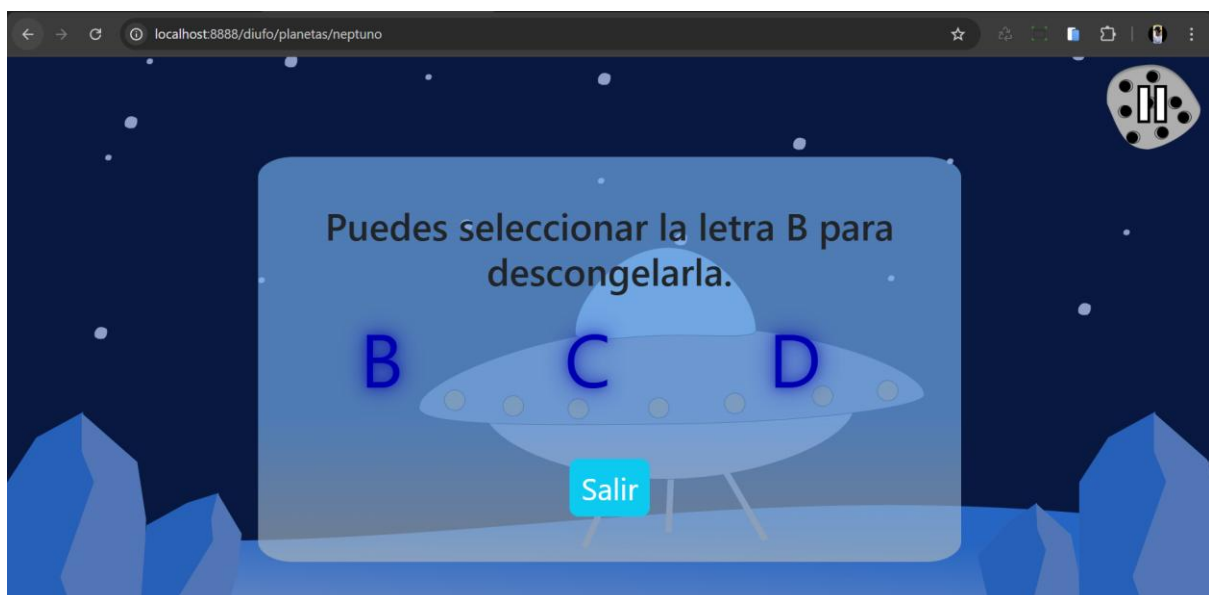


Figura 54. *Actividad 1 Neptuno.*

En la figura 55 tenemos la vista de la actividad 2 de Neptuno en la cual vemos una instrucción que se debe realizar y unos botones que muestran imágenes para seleccionar según la instrucción.



Figura 55. Actividad 2 Neptuno.

Al realizar las instrucciones se habilita un botón de siguiente como se muestra en la figura 56

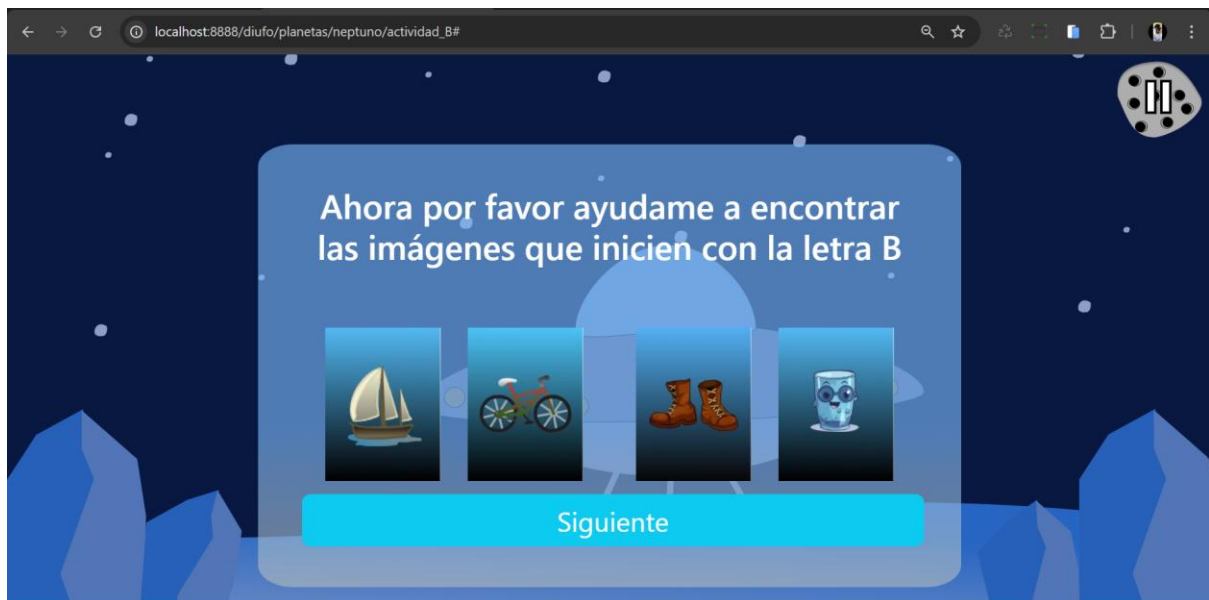


Figura 56. Actividad 2 Neptuno con botón.

En las figuras 57, 58 y 59 se muestra la vista de la actividad Urano, en esta actividad el infante debe seleccionar una carta y pronunciar la palabra mostrada antes de que se termine el tiempo, al pronunciar

bien las 3 palabras se mostrará otra vista donde se verá las respuestas correctas e incorrectas que obtuvo el infante.

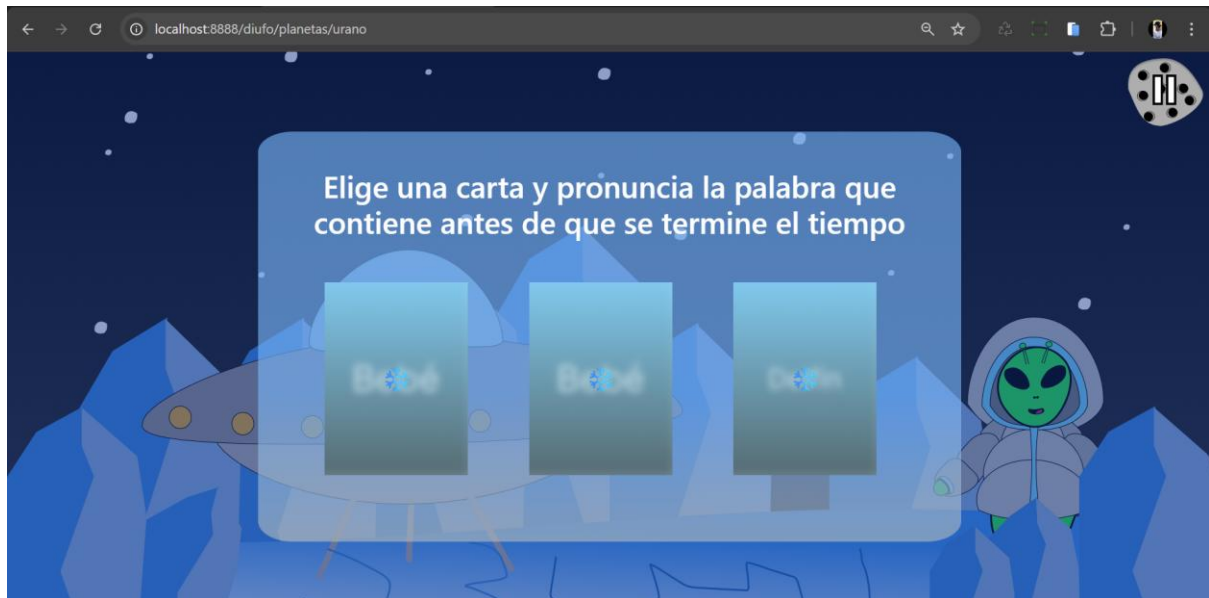


Figura 57. Actividad Urano.

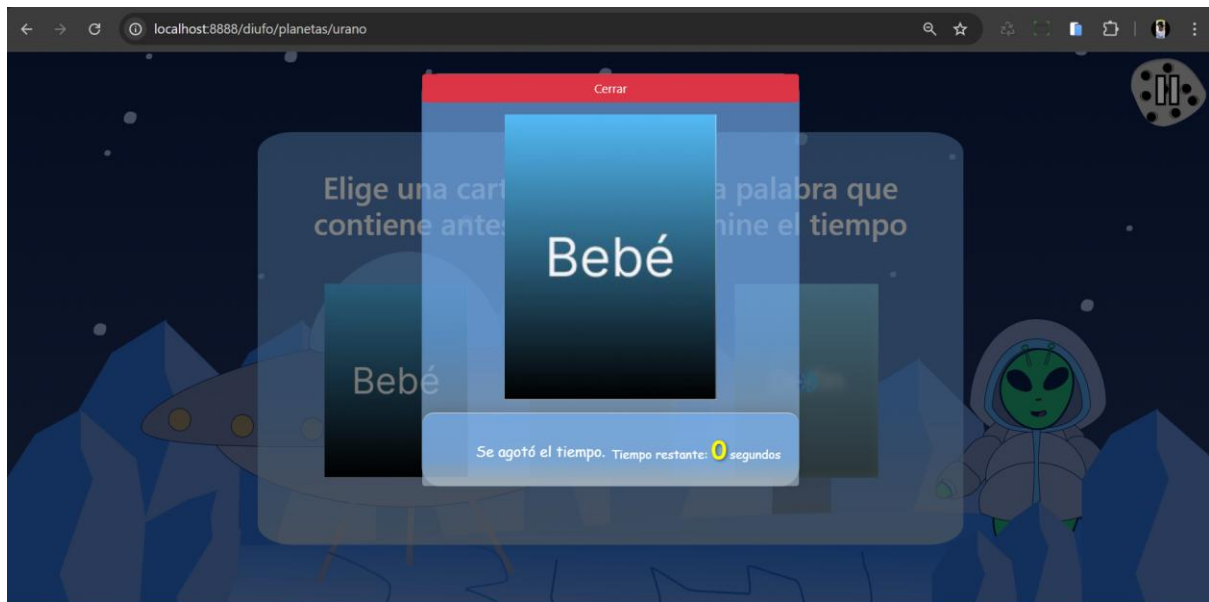


Figura 58. Actividad Urano.

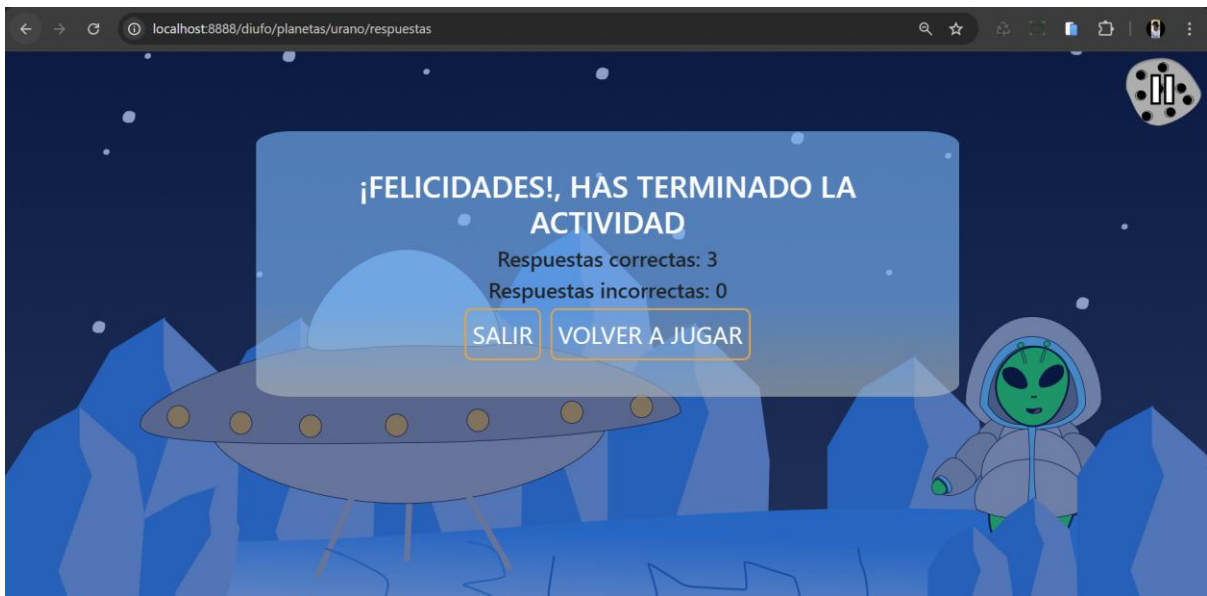


Figura 59. Actividad Urano.

En las figuras 60, 61 y 62 se muestra la actividad Saturno, en esta actividad le muestra al infante una vista indicando lo que debe realizar, al darle clic al botón iniciar comenzará a correr un cronómetro para poder medir el tiempo que el niño se tomó en leer el texto presentado, al terminar de leer, el infante tendrá que mencionar la frase *punto final* para detener el tiempo y le muestre el tiempo que se tomó en leer el texto.

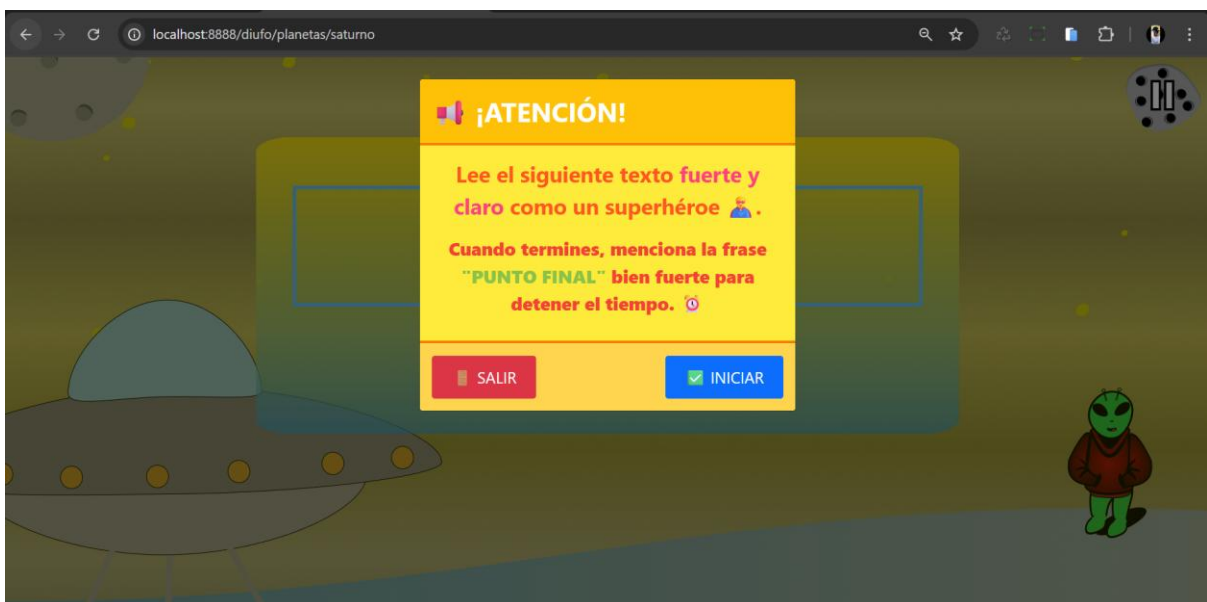


Figura 60. Actividad Saturno.

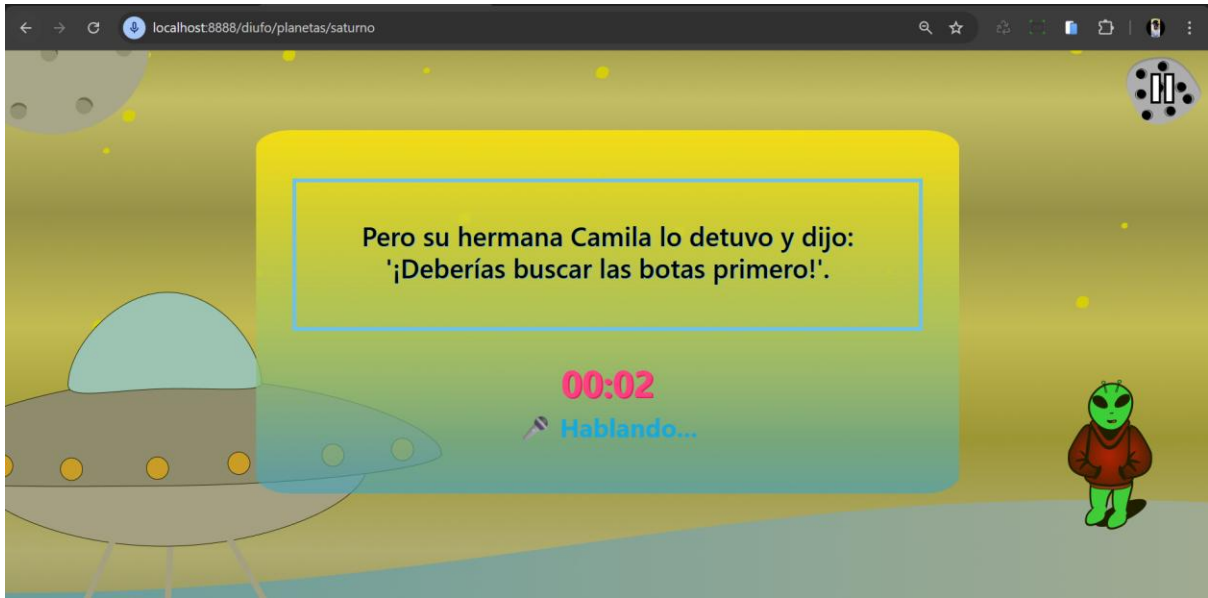


Figura 61. Actividad Saturno.



Figura 62. Actividad Saturno.

En las figuras 63, 64 y 65 se muestra la actividad Júpiter, en esta actividad el infante debe leer un texto mostrado, cuando de clic al botón listo se le mostrará otra vista con unas preguntas referente al texto leído anteriormente, cuando haya respondido las preguntas le dará clic al botón validar y después al botón enviar para poder ver las respuestas correctas, el tiempo que se tomó en leer el texto y las respuestas incorrectas.



Figura 63. Actividad Júpiter.

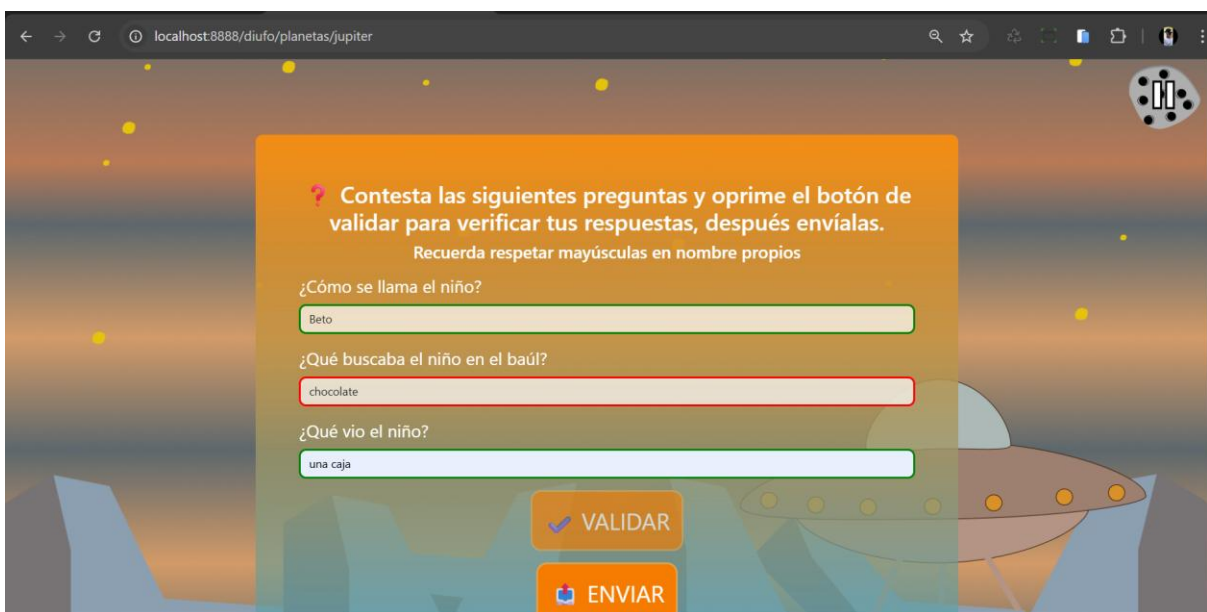


Figura 64. Actividad Júpiter.



Figura 65. Actividad Júpiter.

En las figuras 66, 67 y 68 se muestra la actividad Marte, en esta actividad el infante debe contar el número de sílabas que contiene la palabra mostrada y al darle clic al botón validar se muestra la respuesta correcta junto con el botón enviar que al darle clic muestra las respuestas correctas e incorrectas que tuvo el infante.

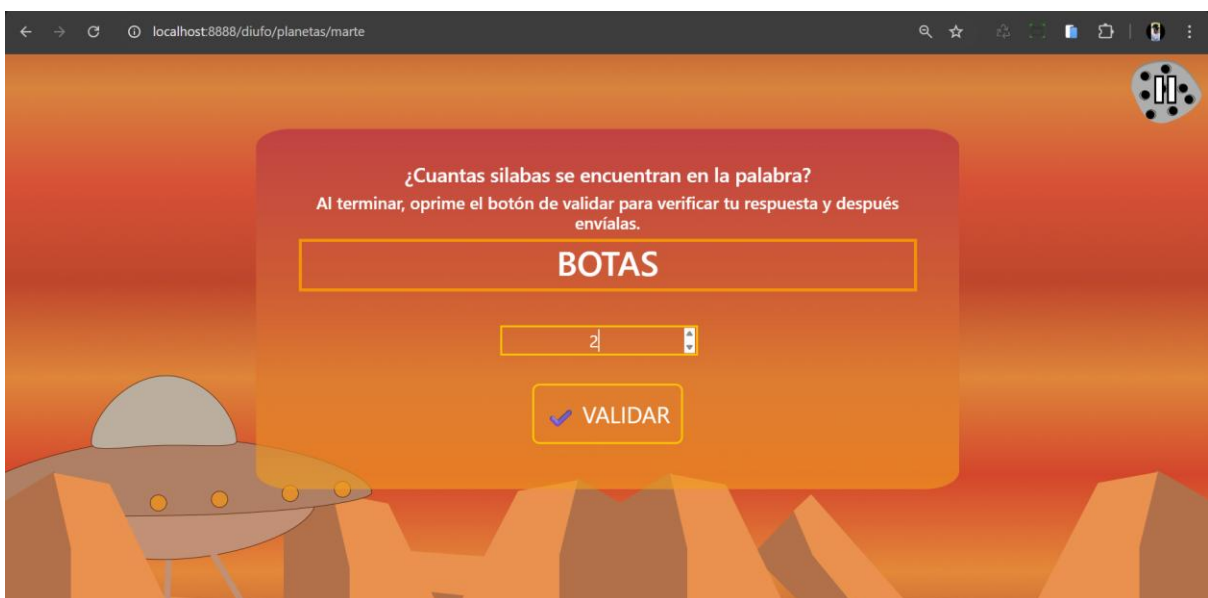


Figura 66. Actividad Marte.

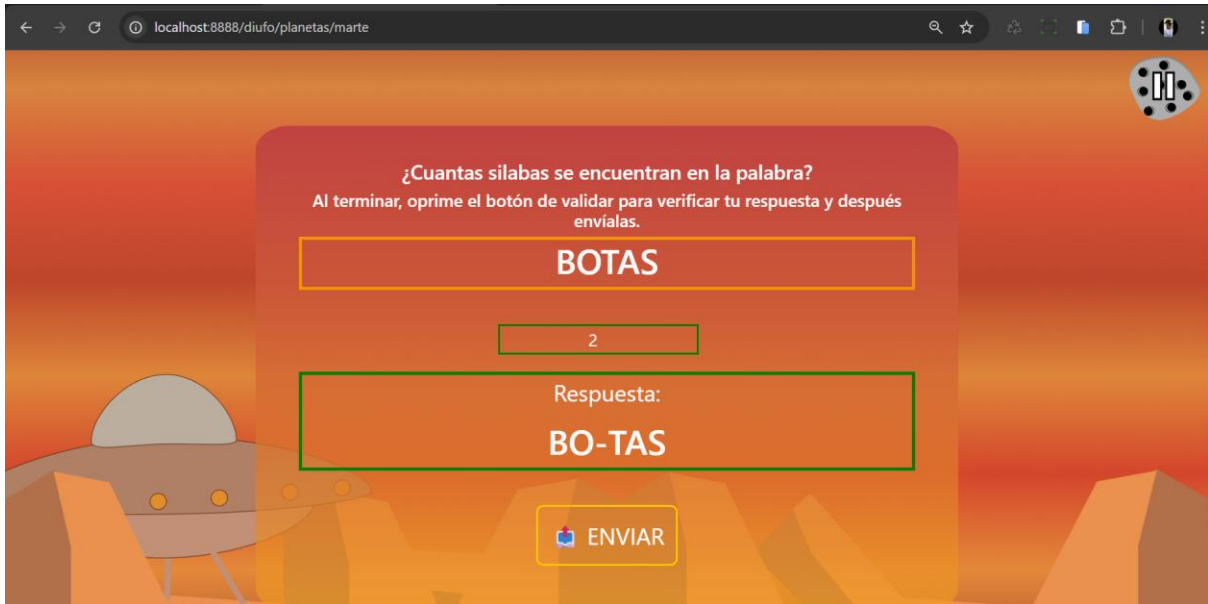


Figura 67. Actividad Marte.

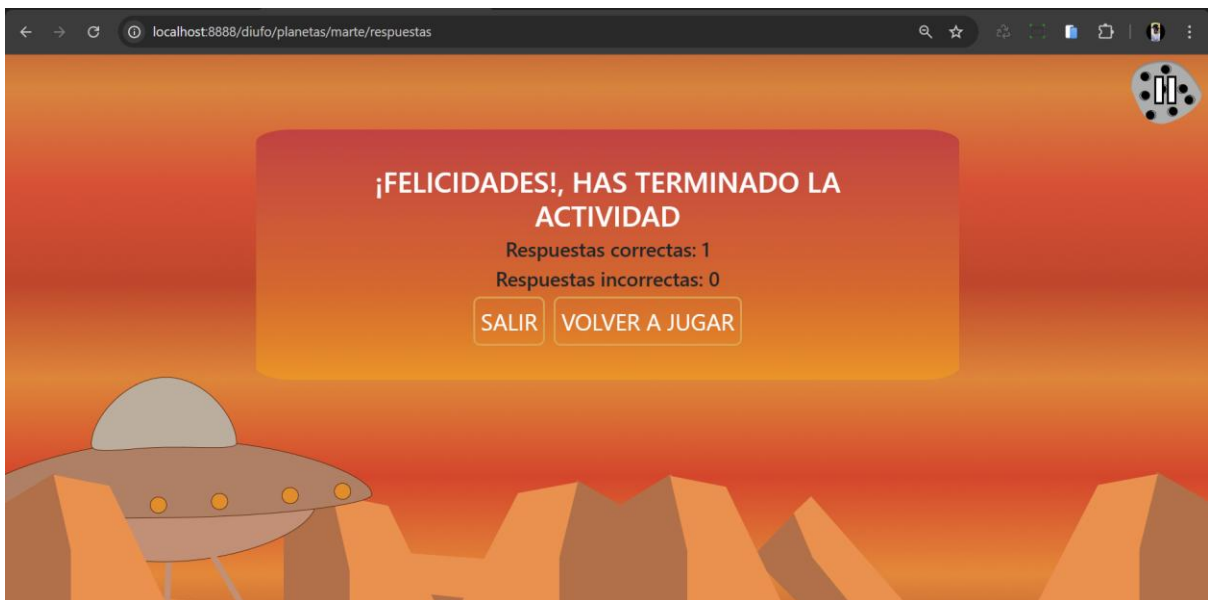


Figura 68. Actividad Marte

En las figuras 69 y 70 se muestra la actividad Tierra, en esta actividad el infante debe descifrar la palabra usando las figuras mostradas, al escribir la palabra descifrada debe dar clic en el botón validar y así podrá ver si la palabra es correcta o no.

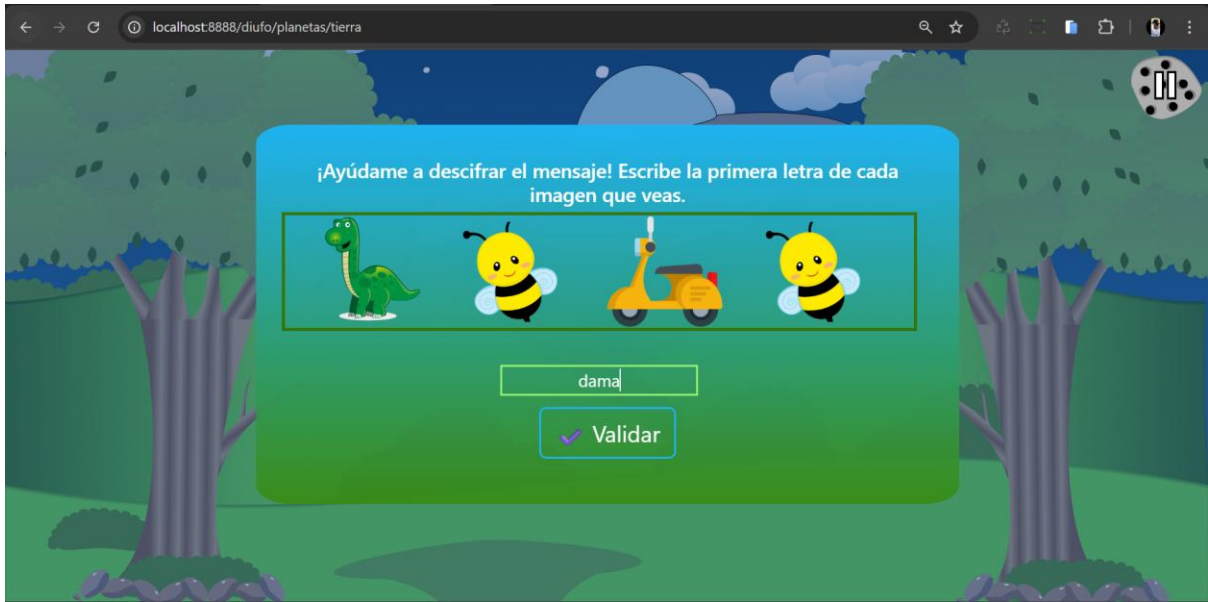


Figura 69. Actividad Tierra.



Figura 70. Actividad Tierra.

En la figura 71 se muestra la vista de estadísticas, en esta vista el infante podrá observar los registros de las actividades que ha realizado.

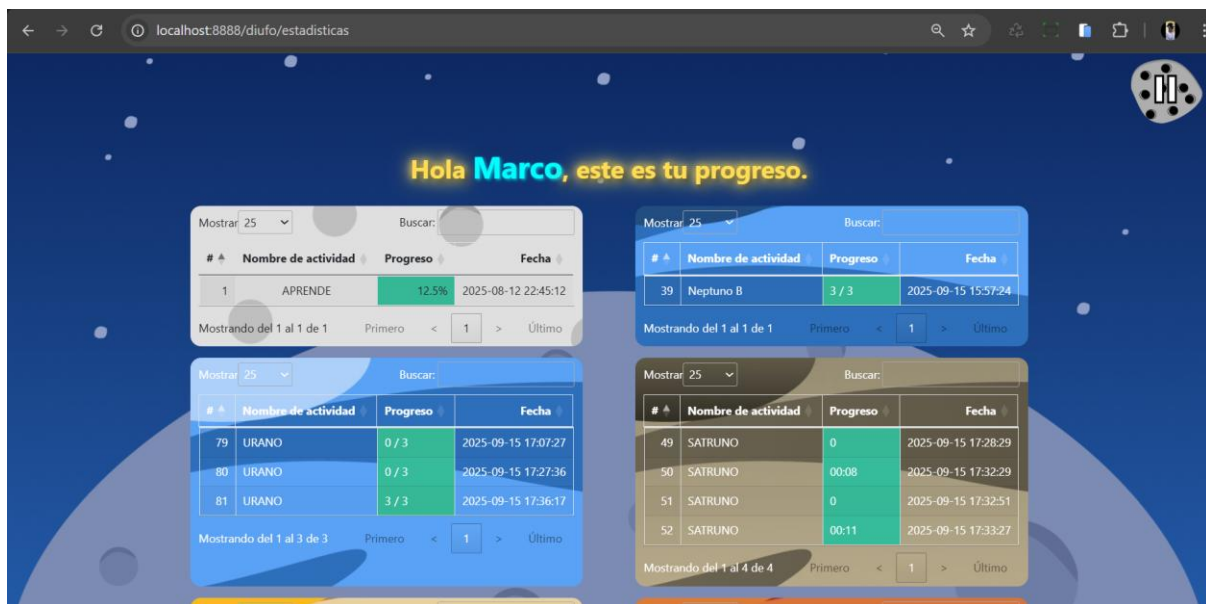


Figura 71. Estadísticas.

4.2. Juicio de expertos

Con el objetivo de validar la pertinencia, funcionalidad y usabilidad de la aplicación “Aplicación interactiva digital para apoyo a niños con dislexia fonológica”, se aplicó un instrumento tipo encuesta a cuatro especialistas en pedagogía y educación especial.

El cuestionario fue diseñado mediante Google Forms y abordó aspectos relacionados con el diseño, la navegación, la comprensión, la accesibilidad, la pertinencia pedagógica y la usabilidad global del software.

La escala utilizada fue tipo Likert, con los siguientes valores:

- 1 = Totalmente en desacuerdo,
- 2 = En desacuerdo,
- 3 = Neutral,
- 4 = De acuerdo,
- 5 = Totalmente de acuerdo.

Las dimensiones evaluadas se construyeron a partir de los fundamentos teóricos sobre dislexia fonológica y el uso de las tecnologías de la información en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Dimensiones del instrumento

1. *Diseño y aspecto visual*: Evalúa los elementos gráficos, la legibilidad y la coherencia visual del entorno. Se considera que la parte sensorial contribuye significativamente a mejorar las dificultades de lectura en estudiantes con dislexia fonológica.

2. *Navegación e interacción*: Valora la facilidad de uso, la disposición de los botones y la capacidad del sistema para ofrecer una experiencia fluida. Las TIC se reconocen como herramientas clave para potenciar el aprendizaje en niños con dislexia.

3. *Comprensión y accesibilidad*: Analiza la claridad de las instrucciones, el apoyo visual y auditivo, y la adecuación del contenido para niños con dislexia fonológica.

4. *Pertinencia pedagógica*: Evalúa la alineación de las actividades con los objetivos educativos, el grado de atención y motivación que promueven, y la adaptación del contenido a distintos ritmos de aprendizaje.

5. *Usabilidad global*: Considera la valoración general del software como recurso educativo inclusivo, así como su recomendación para uso con niños con dislexia fonológica.

Cada dimensión estuvo compuesta por los siguientes ítems:

Pregunta	Dimensión
El diseño del software es fácil de comprender para los niños.	Diseño y aspecto visual
El diseño evita la sobrecarga visual y promueve la concentración.	
Las tipografías y el espaciado son apropiados para mejorar la legibilidad.	
El diseño gráfico es atractivo para los niños de la edad objetivo.	
El software utiliza colores, animaciones y sonidos de manera equilibrada.	
El diseño general es coherente entre las diferentes secciones y actividades.	
La navegación entre las secciones es intuitiva y fluida.	Navegación e interacción
Los botones y elementos interactivos son visibles y comprensibles.	
El sistema permite corregir errores fácilmente y sin frustración.	
El software proporciona retroalimentación positiva adecuada.	
Las instrucciones dentro de las actividades son claras y accesibles.	Comprensión y accesibilidad
El contenido está diseñado de manera que facilite la comprensión para niños con dislexia fonológica.	
Las ayudas visuales (imágenes, animaciones) son útiles y efectivas.	
Las actividades fomentan el reconocimiento fonológico.	
El diseño mantiene la atención e interés del niño.	Pertinencia pedagógica
Las actividades estimulan la curiosidad y la exploración.	
Las actividades están alineadas con los objetivos educativos relacionados con la dislexia fonológica.	
Los niveles de dificultad son adecuados para el rango de edad (6–9 años).	

El contenido se adapta a diferentes velocidades de aprendizaje.	
Las actividades promueven un aprendizaje estructurado y progresivo.	
Recomendaría este software para niños con dislexia fonológica.	Usabilidad global / Recomendación

Tabla 1. Dimensiones con ítems.

Resultados cuantitativos

El coeficiente Alfa de Cronbach (α) es una medida estadística utilizada para evaluar la consistencia interna o fiabilidad de un instrumento de evaluación, es decir, qué tan coherentes son las respuestas entre los ítems que miden una misma dimensión o constructo [42]. Este coeficiente permite determinar si los ítems de un cuestionario están relacionados entre sí y contribuyen de manera homogénea a la medición del mismo fenómeno [43].

El valor de α oscila entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 indican una alta consistencia interna. De acuerdo con George y Mallery (2003), se consideran aceptables valores de $\alpha \geq 0.70$, buenos si son mayores a 0.80, y excelentes cuando superan 0.90 [44].

El cálculo del Alfa de Cronbach se realiza comúnmente mediante el uso de software estadístico como SPSS, R o Python, aplicando la fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right)$$

donde K representa el número de ítems, S_i^2 la varianza de cada ítem y S_T^2 la varianza total del test [45].

Un valor elevado de α sugiere que las preguntas del instrumento miden de forma consistente el mismo constructo, por lo que se considera una herramienta fundamental para validar instrumentos de evaluación educativa y de usabilidad [46].

El análisis de fiabilidad mediante el *coeficiente Alfa de Cronbach* arrojó un valor global de $\alpha = 0.98$, lo que indica una consistencia interna excelente.

Los resultados por dimensión se presentan en la siguiente tabla:

Dimensión	Alfa de Cronbach	Evaluación
Diseño y aspecto visual	0.95	Excelente
Navegación e interacción	0.94	Excelente
Comprensión y accesibilidad	0.70	Aceptable

Pertinencia pedagógica	0.97	Excelente
------------------------	------	-----------

Tabla 2. Alfa de Cronbach por cada dimensión.

Las dimensiones principales presentan consistencia excelente, excepto Comprensión y accesibilidad ($\alpha = 0.70$), considerada aceptable.

Entre las fortalezas señaladas por los expertos se destacan:

- La temática atractiva basada en planetas y el espacio.
- La interactividad del sistema.
- El atractivo visual general del software.

Las principales sugerencias de mejora fueron:

- Añadir retroalimentación clara al finalizar los ejercicios.
- Implementar instrucciones auditivas y sonidos guía.
- Organizar las actividades de manera más secuencial y lógica.
- Incorporar animaciones más llamativas para mantener la atención.
- Mejorar la claridad de las instrucciones en ciertas actividades.

Estas observaciones cualitativas resultan valiosas para optimizar el diseño y efectividad del software, reforzando su impacto pedagógico.

Los participantes cuentan con amplia experiencia en el trabajo con infantes con dificultades de aprendizaje, especialmente en lenguaje y lectoescritura.

Las respuestas fueron recolectadas de forma anónima y complementadas con observaciones y sugerencias cualitativas.

A continuación, se describe a cada uno de ellos:

Experto	Edad	Género	Nivel educativo	Experiencia profesional	Ubicación
1	40	Hombre	Lic. en Psicología	8 años en psicología escolar, 7 años docente de apoyo en la Unidad de Servicio de Apoyo a la Educación Regular (USAER 128), 5 años catedrático universitario, 2 años Asesor Técnico Pedagógico	Puebla, Pue.

2	33	Mujer	Lic. en 7 años de práctica particular Psicología	Puebla, Pue.
3	38	Mujer	Maestra en 15 años como psicóloga Pedagogía	Puebla, Pue.
4	39	Mujer	Doctorado 14 años como psicóloga	Puebla, Pue.

Tabla 3. Perfil de los expertos participantes.

Se presenta un resumen de las calificaciones promedio otorgadas por los expertos en una escala del 1 al 5, donde 1 representa una valoración muy baja y 5 una valoración excelente:

Resultados generales de la evaluación

Con base en los ítems relacionados con las diferentes dimensiones evaluadas del software como diseño, usabilidad, funcionalidad, contenido e interactividad, se construyeron los índices correspondientes que resumen la percepción global de los expertos.

- Promedio general de los índices de evaluación: 3.98 / 5
- Resultados individuales por experto:
 - Experto 1: 3.80
 - Experto 2: 3.20
 - Experto 3: 5.00
 - Experto 4: 3.90

Este resultado refleja una valoración positiva en términos generales sobre el diseño y desempeño del software, aunque se identifican áreas de oportunidad para fortalecer aspectos relacionados con la accesibilidad, la retroalimentación interactiva y la claridad en la navegación.

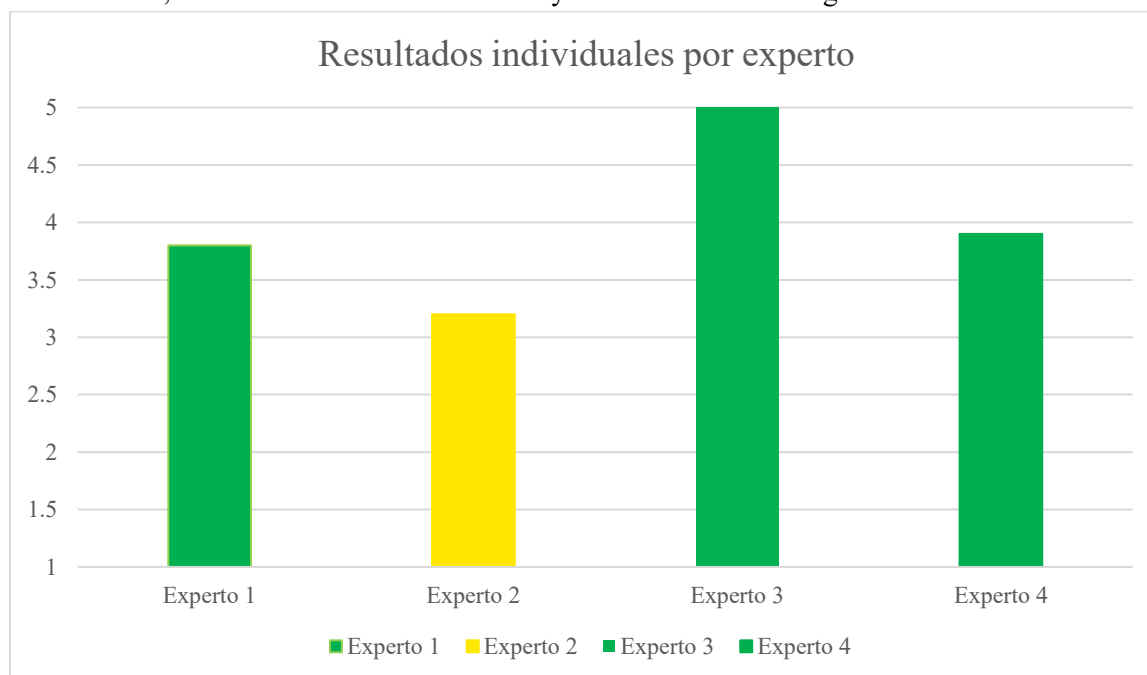


Ilustración 1. Resultados cuantitativos del juicio de expertos.

Conclusiones y trabajos futuro

Conclusiones

Se logró diseñar y desarrollar una aplicación interactiva digital orientada al apoyo de infantes con dislexia fonológica entre 6 y 9 años, cumpliendo con el objetivo general planteado.

La aplicación integra módulos de aprendizaje, ejercicios y estadísticas que permiten al infante interactuar de forma visual y auditiva, reforzando la identificación de sonidos, letras y palabras.

Asimismo, se cumplió con los objetivos específicos:

- Se realizó una revisión bibliográfica sobre la dislexia fonológica y su tratamiento educativo.
- Se aplicaron los principios del Diseño Centrado en el Usuario (DCU), priorizando las necesidades cognitivas y visuales de los infantes.
- Se desarrollaron actividades didácticas interactivas apoyadas en audios e imágenes para mejorar la comprensión lectora.
- Se implementó la aplicación usando HTML5, CSS3, JavaScript y PHP7 bajo el framework CodeIgniter v3, asegurando compatibilidad y accesibilidad.
- Finalmente, se realizaron pruebas de usabilidad y evaluación por expertos en pedagogía, obteniendo resultados favorables respecto a la claridad, funcionalidad e interactividad de la herramienta.

Como aportación principal, este trabajo presenta una herramienta tecnológica accesible que apoya el proceso de enseñanza-aprendizaje de infantes con dislexia fonológica desde un enfoque inclusivo.

El sistema combina recursos multimedia (audio, imagen y texto) con una interfaz sencilla e intuitiva, diseñada para favorecer la atención, la discriminación fonológica y la lectura comprensiva.

Además, la aplicación puede ser utilizada por docentes, terapeutas o padres, extendiendo su aplicación a diferentes contextos educativos.

El impacto de este trabajo radica en ofrecer una solución inclusiva que contribuye al mejoramiento de la comprensión lectora y la pronunciación en infantes con dislexia fonológica.

Desde el ámbito educativo, la aplicación promueve la educación equitativa y personalizada, apoyando la intervención temprana en trastornos de lectura.

En el ámbito tecnológico, representa un ejemplo de aplicación práctica del Diseño Centrado en el Usuario (DCU) en el desarrollo de software educativo, fortaleciendo la relación entre tecnología y pedagogía.

Trabajos futuros

A futuro, se plantea:

- Realizar mejoras en el módulo de aprendizaje con *animaciones 3D* para un mayor entendimiento.
- Incorporar *más actividades* que permitan obtener estadísticas más completas sobre el progreso de los infantes.

- Implementar un *sistema de retroalimentación automática* basado en reconocimiento de voz o inteligencia artificial.
- Realizar *pruebas con una muestra mayor de infantes*, para obtener resultados cuantitativos sobre el impacto en la mejora lectora.

Referencias

- [1] M. J. Snowling, “Early Identification and Interventions for Dyslexia: A Contemporary View,” *Journal for Research in Special Educational Needs*, 2013.
- [2] U. Goswami, “Phonological Deficits in Specific Language Impairment and Developmental Dyslexia: Towards a Multidimensional Model,” *Brain*, vol. 136, no. 2, pp. 630–645, 2013.
- [3] N. T. Khan y N. Jameel, “Dyslexia Phonological Deficiency of Words,” *International Journal of Medical Science in Clinical Research and Review*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [4] J. E. Jiménez, C. Rodríguez, y G. Ramírez, “Dislexia: definición, prevalencia y modelos explicativos,” *Revista de Neurología*, vol. 48, supl. 2, pp. S3–S9, 2009.
- [5] A. Castles y M. Coltheart, “Varieties of developmental dyslexia,” *Cognition*, vol. 47, no. 2, pp. 149–180, 1993.
- [6] F. R. Manis, M. S. Seidenberg, L. M. Doi, C. McBride-Chang, y A. Petersen, “On the bases of two subtypes of developmental dyslexia,” *Cognition*, vol. 58, no. 2, pp. 157–195, 1996.
- [7] A. Calvo, *Dislexia: Manual de Lectura Correctiva*. Madrid, España: CEPE, 1999.
- [8] Á. R. Rodríguez, *Proceso de recuperación de la dislexia fonológica*, Universidad de Salamanca, 2009.
- [9] “Dislexia fonológica”, *NeuroKids*.
- [10] “Aportaciones a la dislexia”, *Psicopedagogías*, 2008.
- [11] F. Viadero, *Título del trabajo*, 1997.
- [12] A. Brachacki y T. Nicolson, *Título del trabajo*, 1995.
- [13] “El Uso de la Computadora en el Tratamiento de la Dislexia”, *Academia.edu*.
- [14] “Dislexia: Qué es, síntomas, tipos y ejercicios para disléxicos”, *NeuronUP*.
- [15] M. Ainscow y M. Best, “Editorial: the salamanca statement: 25 years on”, *Int. J. Inclusive Educ.*, vol. 23, no. 7-8, pp. 671–676, 2019.
- [16] United Nations (UN), 2006. *Convention on the rights of persons with disabilities*. Treaty Series 2515, 3.
- [17] Assembly, U.G., 2015. *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*, 21 october 2015. Retrieved from
- [18] Graham, L.J., Medhurst, M., Malaquias, C., Tancredi, H., de Bruin, C., Gillett-Swan, J., Shiralee, P., Spandagou, I., Carrington, S., Cologon, K., “Beyond salamanca: a citation analysis of the CRPD/GC4 relative to the Salamanca statement in inclusive and special education research”, *Int. J. Inclusive Educ.*, vol. 27, no. 2, pp. 123-145, 2023.
- [19] K. A. Bastidas González, F. V. Jumbo Jumbo, V. S. Mazón Vera, y L. D. Bastidas González, “La dislexia: rol del docente en el diagnóstico precoz en estudiantes de educación básica”, *Ciencia Latina*, vol. 7, n.º 1, pp. 9191-9208, mar. 2023.

- [20] R. A. Martins, M. G. Ribeiro, G. M. C. Pastura y M. C. Monteiro, “Remediación fonológica en escolares con TDAH y dislexia”, *CoDAS*, vol. 32, n.º 5, art. 86, 2020, doi: 10.1590/2317-1782/20192019086.
- [21] J. Guaña, Y. Arteaga, M. Chiluisa y L. Beghini, “Evolution of Information and Communication Technologies in Education”, en *Third International Conference on Information Systems and Software Technologies (ICI2ST)*, 2022, págs. 138-144, doi: 10.1109/ICI2ST57350.2022.00027.
- [22] D. P. Andrango Analuisa, L. P. Duta Toapanta, J. J. Castellano Valverde, y G. L. Jhonny Gabriel, “El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) como Enfoque Inclusivo”, *Revista Científica y Académica*, vol. 5, n.º 2, pp. 1008–1022, may 2025.
- [23] D. A. Norman, Título del trabajo, 1990.
- [24] R. L. Card, T. P. Moran y A. Newell, Título del trabajo, 1983.
- [25] D. A. Norman, Título del trabajo, 2013.
- [26] H. Sharp, Y. Rogers y J. Preece, Título del trabajo, 2019.
- [27] R. García, Título del trabajo, 2018.
- [28] D. Benyon, Título del trabajo, 2019.
- [29] J. Nielsen, Título del trabajo, 2012.
- [30] M. J. Snowling, Título del trabajo, 2013.
- [31] J. Sweller, Título del trabajo, 2011.
- [32] D. Rose, A. Meyer y C. Hitchcock, Título del trabajo, 2005.
- [33] J. Lazar, P. Feng y H. Hochheiser, Título del trabajo, 2017.
- [34] B. Shneiderman, Título del trabajo, 2016.
- [35] R. Torres and M. Urbina, *Diseño de interfaces y usabilidad web*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), 2018.
- [36] draw.io — Online Diagramming Tool.
- [37] Balsamiq Wireframes – Industry Standard Low-Fidelity Wireframing Software.
- [38] Figma – Herramienta de diseño colaborativo en línea.
- [39] K. Baker, “What Is a Storyboard in Web Design? A Beginner’s Guide,” *Capterra*, 18-oct-2022.
- [40] Storyboard | Usability Body of Knowledge.
- [41] CodeIgniter User Guide – Introduction.
- [42] J. Gliem and R. Gliem, "Calculating, interpreting, and reporting Cronbach’s Alpha reliability coefficient for Likert-type scales," *Midwest Research-to-Practice Conference*, 2003.
- [43] L. J. Cronbach, “Coefficient alpha and the internal structure of tests,” **Psychometrika**, vol. 16, no. 3, pp. 297–334, 1951.
- [44] D. George and P. Mallery, **SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference**, 4th ed., Boston, MA: Allyn & Bacon, 2003.
- [45] J. C. Nunnally and I. H. Bernstein, **Psychometric Theory**, 3rd ed., New York: McGraw-Hill, 1994.

[46] J. Tavakol and R. Dennick, "Making sense of Cronbach's alpha," *International Journal of Medical Education**, vol. 2, pp. 53–55, 2011.