



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

**CARACTERIZACIÓN DE UN
INSTRUMENTO PARA MEDIR Y
EVALUAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO
A TRAVÉS DE ARGUMENTACIÓN EN
ALUMNOS DE TERCERO Y CUARTO
BÁSICO**

JUAN JAIME DIAZ MÁRQUEZ DE LA PLATA

Tesis para optar al grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:
MIGUEL NUSSBAUM VOEHL

Santiago de Chile, (Diciembre, 2017)

© 2017, Juan Jaime Diaz Márquez de la Plata



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

CARACTERIZACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA MEDIR Y EVALUAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE ARGUMENTACIÓN EN ALUMNOS DE TERCERO Y CUARTO BÁSICO

JUAN JAIME DIAZ MÁRQUEZ DE LA PLATA

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

MIGUEL NUSSBAUM VOEHL

YADRAN ETEROVIC SOLANO

PABLO CHIUMINATTO

GONZALO CORTAZAR SANZ

Para completar las exigencias del grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, (Diciembre, 2017)

© 2017, Juan Jaime Diaz Márquez de la Plata

A mis padres, familia, María Jesús y mis amigos, por su apoyo incondicional y constante motivación en este largo proceso.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Juan Jaime y María de la Luz Márquez de la Plata, por su constante apoyo durante toda mi vida, en particular durante los momentos más difíciles. Su cariño, preocupación y ejemplo de vida me han convertido en la persona que soy hoy.

A mi hermana María José y a mis hermanos Cristóbal y Felipe, los cuales me han acompañado durante toda mi vida y que, con su cariño y apoyo, han hecho de esta una experiencia inigualable. A Juan José y Josefina, mi muy querida familia extendida.

A María Jesús Mayo, que con su cariño, apoyo y preocupación me impulsan a ser día a día una mejor persona, y estar así a la altura de lo increíble que es ella. Sin su incondicional motivación y ayuda, este proyecto nunca se habría completado.

A Ignacio Carmach, quién me enseñó el secreto de lo importante del mundo de la investigación, además de ser la otra gran mitad de esta investigación, con sus grandes aportes al desarrollo de la herramienta. A Tomás Martínez, que con su alegría y felicidad alegraron las muchas noches de trabajo. A Enzo Sciarresi, que con su apetito insaciable de conocimiento nos llevó a todos a siempre buscar un poco más allá. Con todos ellos, los momentos que vivimos juntos han sido solo una muestra increíble de lo que vendrá, y me siento orgulloso de poder llamarlos amigos.

Al Profesor Miguel Nussbaum, que más que un profesor ha sido un amigo durante toda mi etapa universitaria, en particular con mi investigación. Su motivación, energía y disposición a ayudar, además de su excelente sentido del humor, hizo que de cada problema algo que motivaba a buscar solución, y de cada logro una real celebración.

Finalmente, gracias a todos mis amigos y familiares no mencionados aquí, los cuales vivieron todo este proceso con alegría y paciencia, pero siempre sin perder la esperanza, por difícil que en algunos momentos pareciera.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
1. Introducción	1
1.1 Objetivos e hipótesis.....	4
2. Metodología	5
3. Instrumento Interactivo Para Medir Pensamiento Crítico	8
4. Arquitectura de software.....	20
4.1 Capa de presentación.....	21
4.2 Capa de negocio	26
4.3 Capa de datos	29
5. Experimentación en colegio	32
6. Conclusiones	39
BIBLIOGRAFIA	42
A N E X O S.....	44
Anexo A: Carta de aceptación del paper usado como base teórica.....	45
Anexo B: Información entregada al enviar el paper a la revista	46
Anexo C: Paper desarrollado como base teórica.....	47

Anexo D: Preguntas diseñadas para el instrumento	79
Anexo E: Información de tabla relacionando número de capítulo con número de imágenes 80	
Anexo F: Conectores diseñados para el instrumento.....	81
Anexo G: Figuras.....	86

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1-1: Características del instrumento relacionadas con los objetivos	4
---	---

INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Etapas del DBR. (Reeves, 2006).....	86
Figura 3-1: Versión inicial de la herramienta, con alternativas disfrazadas	86
Figura 3-2: Versión de respuesta de texto abierto de la herramienta	87
Figura 3-3: Versión inicial del sistema de argumentación.....	87
Figura 3-4: Zonas versión inicial del argumentador.....	88
Figura 3-5: Argumentador luego de arrastrar elementos	88
Figura 3-6: Segunda versión del sistema de argumentación.....	89
Figura 3-7: Zonas segunda versión del sistema de argumentación	89
Figura 3-8: Arrastrando un conector a la zona de respuesta	90
Figura 3-9: Luego de soltar el conector sobre la zona de respuesta	90
Figura 3-10: Interfaz al tener un elemento no deseado.....	91
Figura 3-11: Presionando el elemento no deseado	91
Figura 3-12: Luego de presionar el elemento no deseado, este es removido.....	92
Figura 3-13: Arrastrando un elemento a una zona inválida	92
Figura 3-14: Luego de soltar el elemento en una zona inválida.....	93
Figura 3-15: Segundo tipo de la herramienta de argumentación.....	93
Figura 3-16: Zonas del segundo tipo de la herramienta de argumentación	94
Figura 3-17: Arrastrar un elemento rojo a una casilla roja	94

Figura 3-18: Luego de soltar un elemento rojo en una casilla roja	<u>95</u>
Figura 3-19: Arrastrar un elemento azul a una casilla azul.....	<u>95</u>
Figura 3-20: Elemento azul soltado sobre casilla azul	<u>96</u>
Figura 3-21: Elementos completados	<u>96</u>
Figura 3-22: Alternativa de orden al completar elementos.....	<u>97</u>
Figura 3-23: Tipo de pregunta, respuesta abierta	<u>97</u>
Figura 3-24: Tipo de pregunta, respuesta abierta con doble cuadro de texto	<u>98</u>
Figura 3-25: Tipo de pregunta, orden cronológico.....	<u>98</u>
Figura 3-26: Tipo de pregunta, orden cronológico, un ejemplo de respuesta.....	<u>99</u>
Figura 3-27: Error al no seleccionar un número en cada casilla	<u>99</u>
Figura 3-28: Error al repetir números en orden cronológico	<u>99</u>
Figura 3-29: Vista de la interfaz de historia.....	<u>100</u>
Figura 3-30: Vista al final del capítulo, con final falso	<u>100</u>
Figura 3-31: Zona del final falso	<u>101</u>
Figura 3-32: Pantalla de bienvenida	<u>101</u>
Figura 3-33: Pantalla final.....	<u>102</u>
Figura 4-1: Arquitectura de software del instrumento.....	<u>103</u>
Figura 4-2: Movimiento del dedo hacia la derecha	<u>103</u>
Figura 4-3: Interfaz luego de deslizar el dedo hacia la derecha	<u>104</u>
Figura 4-4: Movimiento del dedo hacia la izquierda.....	<u>104</u>

Figura 4-5: Interfaz luego de deslizar el dedo hacia la izquierda.....	<u>105</u>
Figura 4-6: Template inicial con el texto de ejemplo	<u>106</u>
Figura 4-7: Flujo que sigue un alumno a través de los archivos de la herramienta	<u>106</u>
Figura 4-8: Estructura de la Base de Datos.....	<u>106</u>
Figura 5-1: Estructuración de las mesas de trabajo	107
Figura 5-2: Ubicación de los guías de la aplicación	107
Figura 5-3: Alumno utilizando la herramienta	108
Figura 5-4: Alumnos separados en mesas distintas para la evaluación	107
Figura 5-5: Alumno utilizando la aplicación con botones ocultos	109
Figura 5-6: Tutores respondiendo consultas de alumnos.....	109
Figura 5-7: Tutores pendientes de consultas	110

RESUMEN

El pensamiento crítico es una habilidad esencial en la solución de problemas, que consiste en analizar, entender y evaluar una situación dada. Midiendo esto (particularmente en niños), es posible generar una idea del proceso cognitivo y el análisis realizado, considerando la respuesta dada a la pregunta planteada.

Sin embargo, el problema al que nos enfrentamos a la hora de medir esta habilidad es el balance a la hora de entregar al alumno las herramientas para explicar su proceso mental, intentando alcanzar la mayor libertad de expresión a la hora de responder, pero sujeto a un sistema de evaluación que permita analizar la respuesta, de forma de poder obtener la mayor cantidad de información de los resultados.

Para atacar este problema, en esta investigación se desarrolló un instrumento de evaluación basado en cómics, aprovechando la tecnología para crear una herramienta que pudiera ser utilizado tanto en *tablets* como computadores.

Dicha herramienta utiliza una versión adaptada al cómic de la historia “La Vuelta Al Mundo En 80 Días”, junto con un sistema de argumentación, mediante el cual el niño puede construir una respuesta propia. Además, se busca analizar las diferencias en resultados que se encuentran al comparar la aplicación con una herramienta en papel del mismo contenido, la cual fue validada previamente.

Esta tesis cuenta con el apoyo del proyecto FONDECYT 1150045.

Palabras Claves: pensamiento crítico, herramienta evaluación, cómic, desarrollo

ABSTRACT

Critical thinking is an essential ability in problem solving, which consists in analyzing, understanding and evaluating a given situation. By measuring this (specifically in children), we can get a general vision of the cognitive process and the analysis done, considering the final answer to a given question.

However, the problem we face when trying to measure this skill is the tradeoff between giving the student the tools he or she needs to explain the mental process, trying to maintain the greatest freedom of expression when answering, while restricted to an evaluation system that allows us to analyze the answer, so that we may get the most out of the results.

To solve this problem, in this research we developed an evaluation tool based on comics, taking advantage of the technology to create an instrument that could be used in tablets, as well as computers.

Said tool uses an adapted version of the story “Around The World In 80 Days”, along an argumentation system, where the children can build their own answer.

Alongside this, the research focuses on analyzing the differences in the results found when comparing this application to the paper version of the tool (which uses the same story and questions), which was validated previously.

This thesis is supported by FONDECYT project 1150045.

Keywords: critical thinking, evaluation tool, comic, development

1. INTRODUCCIÓN

Si bien el proceso de contar historias a través de dibujos ha estado presente desde que el hombre realizaba dibujos en las cavernas, el formato que conocemos hoy como cómic ha experimentado un largo proceso evolutivo, marcado por una variación de formatos, estilos y contenido.

A pesar de que el origen de los cómics fue en Europa, en los Estados Unidos este medio comenzó con un enorme crecimiento al inicio del siglo veinte, producto de las tiras cómicas de los periódicos. Es en 1930 cuando aparecen las primeras revistas de cómic, siendo el género de superhéroes el más prominente, comenzando con la aparición de Superman en 1938.

Continuando la popularidad de este género, vemos la aparición de los cómics de caricatura, entre los cuales se destacan los protagonizados por personajes de Disney, donde varios de los personajes emblemáticos de esta compañía tendrán su primera aparición.

Desafortunadamente, a lo largo de toda su historia, el formato cómic ha sido siempre víctima de una mirada más infantil, no siendo tomado en serio. Esto comenzó a corregirse con Will Eisner en el año 1977, donde el artista acuña el término “novela gráfica”, como una manera de enfatizar la calidad literaria de su trabajo. Con esto el cómic empieza a

tomar un papel de mayor aceptación de parte del público general, siendo considerado como un medio artístico de expresión más para ser aprovechado, además de ser considerado como aspecto a estudiar en el ámbito académico.

Viendo el fuerte desarrollo que ha experimentado el cómic como formato comunicativo en los últimos años, logrando abarcar múltiples públicos, podemos plantearnos la primera pregunta que guía esta investigación, ¿es posible usar el cómic en un contexto educacional?

Todo esto ligado a los beneficios que trae el cómic como medio educativo, ya que permiten que un alumno se acerque a un cómic por una motivación intrínseca (que podría o no surgir naturalmente desde una herramienta conformada solo por texto), en particular si se adapta a sus intereses (Cimermanová, 2015). Junto con esto, la multimodalidad que naturalmente conlleva este medio se puede adaptar sin pérdida al formato digital, lo que ayuda a estimular el interés de los estudiantes por la lectura (Frey y Fisher, 2004), todo esto sin dejar de lado que la combinación de figuras y textos hace más atractiva la comunicación de información, siendo preferido tanto por profesores como estudiantes (Cuadrado et al., 1999).

Por otro lado, el otro eje que motiva esta investigación corresponde al pensamiento crítico, que consiste en la actividad intelectual que combina el análisis, la abstracción y la sintetización de información para poder solucionar problemas. Por esto, al encontrar una

forma de analizar y evaluar el pensamiento crítico, tenemos una forma de analizar el proceso cognitivo con el que una persona analiza una situación dada.

Finalmente, considerando tanto la explicación de por qué es tan importante medir el pensamiento crítico junto con la importancia del cómic como medio de comunicación en un ambiente educacional, nos planteamos la segunda pregunta: ¿Cómo se puede usar un cómic como herramienta para medir la argumentación, y con eso el pensamiento crítico?

Junto con esa pregunta, aprovechamos los beneficios que la tecnología trae consigo, para facilitar la implementación y aplicación de una herramienta interactiva y dinámica para medir la argumentación. Esto no simplemente se traduce en convertir una herramienta diseñada para papel en una digital, sino en buscar la aplicación de los beneficios que traen las nuevas tecnologías, que ayudan al despliegue de textos híbridos y multimodales (Cope y Kalantzis, 2009).

Para esta tesis, se procederá primero a entrar en detalle en el proceso de investigación y elaboración del software educativo, poniendo énfasis en particular en los pasos del proceso iterativo que se siguió para permitir el alto nivel de adaptabilidad durante el proceso desarrollo. Durante dicho proceso, se aprovecharán las etapas de iteración para modificar tanto la historia como el software, evaluar el impacto en la evaluación y funcionalidad que dichos cambios implican y luego modificar los sistemas en base al análisis de dichos resultados.

Luego, en el Anexo A, se adjunta el paper donde se expone la base teórica y educacional en la que el desarrollo de esta herramienta se basa, tanto para el desarrollo del contenido como para el planteamiento y diseño de las distintas interfaces de respuestas. Junto con esto, se analiza en detalle el proceso utilizado para la validación de la herramienta, para el cual se desarrolló y validó con anterioridad una prueba en papel, la cual tenía el mismo contenido que la herramienta desarrollada en primera instancia.

1.1 Objetivos e hipótesis

A raíz de lo expuesto anteriormente, el objetivo buscado a través de esta investigación es la realización de la herramienta que permita aprovechar la multimodalidad del cómic en un ambiente tecnológico, soportando la mayor flexibilidad posible a la hora de comunicar un proceso cognitivo de parte del alumno.

Tabla 1-1: Características del instrumento relacionadas con los objetivos

Objetivo	Aspecto del instrumento
Elaboración de la herramienta utilizando el formato cómic para navegar por la historia.	Vista interactiva del cómic en la herramienta.
Herramienta de argumentación con la mayor flexibilidad posible de respuesta.	Sección de preguntas de argumentación de la herramienta.

2. METODOLOGÍA

La herramienta comenzó el desarrollo orientada como una alternativa para medir la comprensión lectora en niños de tercero y cuarto básico. Este proyecto consistía en una etapa de visualización de una historia en formato cómic, que permitía navegar a través de la historia de forma interactiva, y una segunda parte con preguntas de alternativas presentadas en formato cómic.

Es esta primera etapa la que se decide expandir en otra herramienta, de manera de poder aprovechar en más de un ámbito la multi-modalidad del cómic. El enfoque alternativo por el que se decide es el pensamiento crítico, pero por ser esta una cualidad más difícil de medir y cuantificar con pruebas, se ve en la obligación de diseñar un sistema de preguntas distinto, que permita abarcar lo que este pensamiento engloba.

Para este proceso se utilizó la metodología Design Based Research (DBR), cuyo objetivo es estudiar las posibilidades de nuevos entornos de aprendizaje y enseñanza en un ambiente real (The Design-Based Research Collective, 2003), de forma de realizar un desarrollo iterativo, evaluando y validando las distintas fases, las que serán detalladas en la siguiente sección. A través de esta metodología y durante el proceso de diseño del instrumento permite reaccionar de manera más rápida frente a cambios requeridos en la elaboración el instrumento.

La metodología está constituida de cuatro etapas iterativas:

- 1) Exploración informada: analizando la situación actual del problema, se busca identificar las necesidades y requerimientos para una posible solución.
- 2) Diseño e implementación: con la información obtenida en el paso anterior, se realiza el desarrollo de un prototipo de la herramienta.
- 3) Evaluación local: Se evalúa el impacto en los usuarios de la herramienta desarrollada. Si no satisface los requerimientos establecidos anteriormente, se vuelve a la fase anterior.
- 4) Evaluación final: Se publica la herramienta, con el objetivo de promover su adopción y uso.

Dicha metodología puede apreciarse en la figura 2-1 (Anexo E). Las etapas que componen el Design Based Research fueron aplicadas durante todo el proceso de elaboración de la herramienta, comenzando por el primer paso, que consiste en la exploración informada. Para este caso se analizó el problema actual de la medición de pensamiento crítico, junto con las herramientas existentes, con lo que se definió el problema a solucionar, el que consistía en realizar una herramienta de evaluación de pensamiento crítico, junto con los objetivos a alcanzar.

Para poder cumplir con los objetivos planteados se realizó una versión inicial de la herramienta, con un funcionamiento muy básico en relación a la interacción con el usuario, la cual será explicada con detalle en la sección de metodología. Este instrumento fue

diseñado para ser ejecutado en *tablets*, utilizando una aplicación web, de manera de facilitar la aplicación en las visitas a colegios.

Luego se realizaron cuatro iteraciones de la segunda y la tercera etapa del DBR, en el que se analizó y validó la funcionalidad de la herramienta con profesores, y en base a los requerimientos y comentarios se procedió a realizar las modificaciones sugeridas, y así sucesivamente. Esto permitió la evolución natural de la herramienta de un simple formato de respuesta de alternativa a la herramienta de argumentación final.

Se utilizó un grupo de estudiantes de universidad para probar la estabilidad del experimento, asegurándose que pudiera funcionar en una situación real, sin presentar problemas de carga o estabilidad. Desafortunadamente los estudiantes de universidad no son un buen grupo de control para medir velocidad y usabilidad en niños de tercero y cuarto básico, pues su enfoque al resolver los problemas planteados no es el mismo. Por ende, si bien se recogió feedback posterior a esta prueba inicial, se validó con profesoras del nivel de los cursos a evaluar, de manera de poder saber qué información era utilizable y qué información estaba sesgada.

Una vez realizadas las cuatro iteraciones, se llegó a una versión estable de la aplicación que solucionaba todos los requisitos planteados en un comienzo. Es con esta versión que se planificaron las visitas a colegios, de forma de obtener la información final para comprobar la validez de la herramienta.

3. INSTRUMENTO INTERACTIVO PARA MEDIR PENSAMIENTO CRÍTICO

Durante la investigación se desarrolló el instrumento antes comentado, el cual permite medir el pensamiento crítico en alumnos de tercero y cuarto básico. El instrumento se basa en un cómic, cuya narrativa multimodal está conformada por la versión adaptada y modificada de uno de los textos recomendados por el Ministerio de Educación de Chile para los estudiantes de 1° a 6° Básico, La Vuelta al Mundo en 80 Días, de Julio Verne (MINEDUC, 2012).

Esta historia está conformada originalmente por 42 capítulos, los cuales fueron condensados en 8 mediante la simplificación de la historia, posteriormente adaptadas al formato viñeta de cómic, siguiendo el mismo orden y trama principal de la historia. Las cantidades de imágenes por capítulo están especificadas en el Anexo D.

Para el desarrollo de esta herramienta, inicialmente se consideró implementar el sistema de medición de pensamiento crítico utilizando preguntas con alternativas. Para esto, se aprovechó el aspecto visual del cómic, para ofrecer las alternativas como globos de diálogo dentro de la historia. De esta forma, se logra de una manera “ocultar” el hecho de que se esté aplicando un instrumento de medición en cierta medida, motivando al estudiante a continuar realizando la actividad, lo cual sería más difícil de lograr en el caso de ser una prueba escrita (Anexo E, Figura 3-1).

Luego de esta versión de la herramienta, al analizar los resultados preliminares, la documentación existente sobre el análisis del pensamiento crítico y las alternativas de evaluación existentes, se llegó a la conclusión de que restringir la respuesta a alternativas limitaba la capacidad de expresión de ideas, además de entregar resultados que no reflejaban el análisis crítico de los alumnos.

Por esto, para poder soportar el grado de libertad más alto, de forma de poder evaluar el pensamiento crítico de forma más realista, se optó por cambiar a un sistema de respuesta abierta en la que el alumno ingresa su respuesta en un cuadro de texto. De esta forma el alumno tiene total control sobre la forma de expresar su raciocinio, sin estar limitado a una de tres alternativas (Anexo E, Figura 3-2).

Si bien esta versión de la herramienta permite la mayor libertad a la hora de ingresar una respuesta, no difiere mucho de las herramientas ya existentes, y no permite aprovechar ni los beneficios que entrega la tecnología, ni los que entrega el cómic como formato de comunicación.

Luego de esta iteración, para aprovechar los beneficios que entrega la tecnología al desarrollo de la herramienta, se procedió a elaborar un sistema de respuesta abierta que combinara la libertad de la respuesta de texto con alguna forma de evaluación. Así se llega a la primera versión de la herramienta de argumentación (Anexo E. Figura 3-3).

Este sistema está compuesto de cuatro zonas (Anexo E, Figura 3-4):

- a) **Zona A:** Esta zona corresponde al globo de diálogo superior, en el cual un personaje de la historia plantea la pregunta correspondiente mediante texto. Esta zona, además de mostrar la información relevante, no permite más interacción con el usuario.
- b) **Zona B:** La segunda sección es la llamada “zona de respuesta”, que corresponde al área donde se sueltan los elementos para elaborar la respuesta, los cuales son ordenados automáticamente en el orden que son soltados en esta zona. Para eliminar elemento de respuesta, basta con tocar dicho elemento, el cual será eliminado automáticamente.

Esta zona presenta un límite de veinte elementos, los cuales, a la hora de terminar la pregunta, son enviados al sistema como una única frase, de manera de poder evaluar y almacenar más fácilmente las respuestas

- c) **Zona C:** Esta tercera sección consiste en la llamada “zona de elementos de respuesta”, que corresponde al área donde se muestran todos los sub-elementos que se le entregan al alumno para poder armar su respuesta. Estos elementos (que pueden ser conformados por una o más palabras, y consisten en sustantivos, adjetivos, verbos y conectores) están encerrados por lo que llamamos “calugas”, que corresponden a figuras geométricas con forma de píldoras, las cuales pueden ser arrastradas hasta la “zona de respuesta”, donde al ser soltados serán agregados como elementos a la respuesta actual.

Una vez utilizado uno de los conectores, este no puede ser utilizado nuevamente, y en caso de querer eliminar uno de los conectores utilizados, basta con presionar el conector, lo que hará que este vuelva a su posición inicial, listo para ser utilizado nuevamente. Junto con esto, cada pregunta con este sistema de argumentación presenta un elemento inicial fijo, el cual no puede ser eliminado.

- d) **Zona D:** Corresponde al botón con el texto “Continuar”, el cual, al ser presionado por el estudiante, envía la respuesta construida al sistema y redirige al alumno al siguiente capítulo de la historia.

Si bien esta versión de la herramienta permitía mayor flexibilidad, a la hora de realizar pruebas de funcionalidad con alumnos nos dimos cuenta que se encontraban con una gran limitante al restringir los elementos de respuesta a algo tan específico y con muy poca diversidad.

Para mejorar sobre esta versión, se procedió a realizar pruebas con alumnos con el sistema de respuesta abierta, de forma de recopilar una base de datos de respuestas posibles. Al realizar un análisis de la información obtenida, se observó que dentro de las respuestas se repetían elementos e ideas específicas. Habiendo identificado esto, se procedió a armar una lista con todos los sub-elementos que se repetían en mayor cantidad, armando así un subconjunto de ideas que permitirían armar la gran mayoría de las respuestas posibles a las preguntas planteadas (las cuales están presentes en el Anexo D).

Finalmente, luego de estas iteraciones y teniendo una lista de elementos para armar una respuesta, se llega a una herramienta de argumentación (Anexo E, Figura 3-6), la cual presenta cuatro zonas (Anexo E, Figura 3-7):

- a) **Zona A:** El globo de diálogo superior mantiene el mismo funcionamiento de la versión anterior, no permitiendo al alumno interactuar más con esta zona.

- b) **Zona B:** La primera de las zonas que experimenta un cambio funcional corresponde a la “zona de respuesta”. Si bien mantiene la funcionalidad básica de permitir recibir elementos siendo arrastrados (Anexo E, Figuras 3-8 y 3-9), los cuales son agregados a la zona de respuesta, en este caso la herramienta crea una copia del elemento agregado, volviendo dicha copia al lugar original. El resultado de esto es permitir a los estudiantes reutilizar los conectores. Además, como en la versión anterior, al momento de desear eliminar uno de los elementos que conforman la respuesta, basta con presionar el conector, el cual desaparecerá de la zona de respuesta, pero continuará estando disponible en la zona de conectores (Anexo E, Figuras 3-10, 3-11 y 3-12).

Finalmente, para asegurar el funcionamiento correcto de la aplicación, en caso de que el alumno soltase un conector en cualquier otra zona salvo la zona de respuesta, el conector será regresado a su posición original, sin ser agregado a la respuesta (Anexo E, Figuras 3-13 y 3-14).

- c) **Zona C:** La segunda de las zonas que experimentan cambios funcionales, la zona que contiene a la lista de conectores es ahora más ancha, los conectores tienen un

diseño común, siendo organizados y alineados a la zona de respuesta, además de permitir reutilizarlos a la hora de construir una respuesta.

- d) **Zona D:** El botón “Continuar” de la versión anterior ha sido reubicado, además de recibir un incremento de tamaño. Sin embargo, a pesar de esos cambios en el aspecto visual, su funcionalidad sigue siendo la misma.

Con estas cuatro secciones, esta versión de la herramienta fue construida con dos tipos de argumentador:

- a) El primer tipo es utilizado hasta la tercera pregunta y está conformado por una instancia de cada una de las secciones descritas anteriormente. Este tipo de la herramienta de argumentación es la que ha sido explicada a través de las figuras.
- b) El segundo tipo es utilizado desde la quinta pregunta en adelante, y está conformado por dos instancias de la “zona de elementos de respuesta” y dos instancias de la “zona de respuesta” (Anexo E, Figura 3-15).

El objetivo de este tipo de la herramienta de argumentación es elaborar una respuesta en base a una selección de ideas entregadas (razón por la cual la cantidad y variedad de elementos que pueden ser utilizados para construir una respuesta es menor). Para esto tenemos dos tipos de elementos: ideas (caracterizados por el color rojo) y conectores (caracterizados por el color azul).

Este tipo de herramienta de argumentación está compuesto de cuatro zonas (Anexo E, Figura 3-16):

- a) Zona A: Esta zona contiene los conectores de la categoría roja, que corresponden a ideas. Aquí hay un límite de cuatro elementos, siendo la razón de esto la extensión de los elementos que conforman la zona.
- b) Zona B: Esta zona contiene los elementos azules, que corresponden a los conectores. La mayor cantidad de elementos que esta zona puede contener es cinco.
- c) Zona C: Corresponde al área de respuesta, la que tiene tres áreas rojas y dos áreas azules. Al igual que en el argumentador del primer tipo, al presionar una de las casillas ocupadas, esta se limpia.
- d) Zona D: Corresponde al botón para enviar la respuesta y continuar con la historia.

El funcionamiento a nivel de interfaz de usuario de cada una de estas zonas sigue la misma lógica del primer tipo de argumentador, permitiendo ser los elementos rojos arrastrados a las casillas rojas (Anexo E, Figuras 3-17 y 3-18) y haciendo lo mismo con los elementos azules (Anexo E, Figuras 3-19 y 3-20). Se repite este proceso llenando las casillas con los conectores correspondientes (Anexo E, Figura 3-21). Además, es necesario destacar que el orden en que se deben llenar los elementos no es restringido por la herramienta (Anexo E, Figura 3-22).

Además de ambos tipos de argumentador, la plataforma incluye dos tipos de respuesta básica: texto abierto y orden cronológico:

a) En el caso de la pregunta de texto abierto, se le presenta al usuario una línea de texto con la pregunta respectiva, y luego una zona para el ingreso de texto, de forma que pueda escribir directamente su respuesta. Además de esto, este tipo de pregunta incluye un botón con el texto “Continuar”, el cual permite enviar la respuesta al sistema, y continuar.

Este tipo de pregunta presenta dos variaciones:

- i) La primera funciona como fue explicado inicialmente, con solo un cuadro de texto en el que el alumno ingresa su respuesta, para luego presionar el botón “Continuar” (Anexo E, Figura 3-23).
- ii) La segunda funciona de forma similar a la anterior, pero presenta dos zonas para el ingreso de texto, junto con dos líneas de texto con las preguntas respectivas (Anexo E, Figura 3-24).

b) En el caso de la pregunta de orden cronológico, se le presenta al alumno tres imágenes de eventos que ocurrieron en el capítulo anterior, las cuales no están en el orden correcto en el que ocurrieron (Anexo E, Figura 3-25). Debajo de cada foto se presenta un menú desplegable con los números del uno al tres, de forma que el alumno ordene las tres

imágenes en el orden que ocurrieron realmente (Anexo E, Figura 3-26). Además, cuenta con el botón “Continuar”, explicado anteriormente.

Para este tipo de pregunta, el sistema no permite continuar en caso de tener alguna imagen sin un número asociado (Anexo E, Figura 3-27) , ni tener un número más de una vez (Anexo E, Figura 3-28).

Además de las áreas con preguntas que contiene la herramienta, la otra mitad del sistema que se le presenta al usuario corresponde la interfaz de navegación por la historia. Esta interfaz presenta tres imágenes en todo momento (exceptuando el comienzo del capítulo, en el que la imagen de la izquierda no aparece): la imagen anterior, la imagen actual y la imagen siguiente (Anexo E, Figura 3-29).

Al llegar al final del capítulo, y de manera de mantener al alumno la mayor cantidad de tiempo posible dentro del formato de cómic, la imagen siguiente muestra la imagen que el alumno verá en la sección de preguntas (Anexo E, Figuras 3-30 y 3-31).

La extensión de la historia es la misma para todos los estudiantes, ya que la cantidad de capítulos que cada uno lee es constante. En lo que sí difiere es en el orden que se presentan los tipos de preguntas. La razón de esto fue para poder validar correctamente la herramienta, lo que será explicado en la sección siguiente, pero el sistema, a nivel del contenido presentado al usuario, funciona de la siguiente forma:

- a) Al ingresar un alumno al sistema y este ser almacenado, se le asigna un número de usuario individual.
- b) Este número de usuario determina el orden en que el tipo de pregunta le aparecerá al usuario.
- c) En caso de ser par, el usuario comenzará respondiendo la primera pregunta de tipo texto abierto, para ser la siguiente pregunta del tipo argumentador simple, y así sucesivamente.
- d) En caso de ser impar el número de usuario, el orden será inverso.
- e) Independiente del número de usuario, la primera pregunta del capítulo 4 para cada estudiante será siempre de orden cronológico.
- f) Desde la pregunta del capítulo 6, a todos los usuarios que les corresponde una pregunta de tipo argumentador simple, se les muestra una pregunta de tipo argumentador doble.
- g) Para todo estudiante, cada capítulo presenta dos preguntas al final.

Finalmente, hay dos sistemas que permiten el correcto funcionamiento de la aplicación que no caen en ninguna de las categorías anteriores:

- a) La pantalla de bienvenida, donde al alumno se le presenta una lista desplegable con los nombres de todos los estudiantes del curso que se encuentra siendo

evaluado. El alumno debe elegir su nombre de esta lista, para luego presionar el botón “Continuar”.

En el caso de que el usuario no haya usado la aplicación anteriormente, el sistema lo dirigirá a responder el primer capítulo. Por el contrario, en caso de que el usuario haya comenzado ya a leer la historia, al momento de seleccionar su nombre de la lista, el sistema lo dirigirá al último capítulo que fue leído.

- b) La pantalla final, donde se le informa al usuario que completó la actividad con el texto indicativo “**FIN**” (Anexo E, Figura 3-33).

Ahora, con la descripción de cómo funcionan los sistemas individuales de la plataforma, debemos presentar cómo ocurre el funcionamiento normal para un alumno al utilizar esta herramienta por primera vez:

Una sesión de trabajo con el instrumento comienza con el alumno eligiendo su nombre de la lista inicial, para luego ser redirigido al primer capítulo. Luego de avanzar por la historia, el estudiante llega a la primera pregunta. Al momento de contestar, es redirigido a la segunda pregunta (cuyos tipos dependen de si el número del estudiante es par o impar). Luego de constar esta pregunta, continuará con el segundo capítulo. Esta serie de eventos continuará hasta que el alumno haya terminado la historia, momento en que se le mostrará la pantalla final, con su nombre, tiempo y evaluación.

Esta herramienta no contiene un panel de administración para ver las respuestas de los estudiantes, pero sí dos scripts que permiten generar archivos Excel con todas las respuestas para cada curso, separados por alumnos pares e impares. Estos archivos facilitan el procesamiento posterior de los datos, y fueron utilizados para generar los indicadores de correlación, para poder evaluar la herramienta.

4. ARQUITECTURA DE SOFTWARE

Antes de comenzar el desarrollo de la aplicación, se consideraron tres factores a la hora de decidir las tecnologías involucradas y la arquitectura de software:

1. La capacidad de soportar la mayor cantidad de dispositivos diferentes (es decir, computadores de escritorio, *tablets* y teléfonos inteligentes, por dar algunos ejemplos). Esto permitiría soportar los dispositivos para los que el proyecto fue creado inicialmente (*tablets*) y luego, en caso de querer migrar la herramienta a otros dispositivos, este cambio sería inmediato.
2. La cantidad de documentación y librerías presentes, lo que facilitaría el desarrollo y la solución de problemas que el soportar múltiples dispositivos traería.
3. Permitir el funcionamiento de la herramienta en condiciones sin acceso a internet y soportando muchos dispositivos simultáneamente.

Considerando dichos factores, se optó por una arquitectura web cliente-servidor, de forma de abarcar la mayor cantidad de dispositivos en situaciones sin conectividad o con conectividad muy reducida. Con esto, además, logramos separar toda la lógica del dispositivo que se usaría como cliente (Anexo E, Figura 4-1).

Otro gran beneficio de la arquitectura elegida es que permite aplicarla tanto a un ambiente local como en un ambiente remoto. En el primer caso, un computador cumple el rol de

servidor, siendo múltiples *tablets* los que conforman el rol de cliente. En el segundo caso, un servidor remoto ejerce el rol de servidor maestro y cada cliente conectado puede ser cualquier dispositivo con conexión a internet.

Con esto, el desarrollo se logra desligar del dispositivo donde se aplica la herramienta, soportando diversas configuraciones de servidores y clientes. Además, si bien la arquitectura permite soportar múltiples servidores con múltiples conexiones entre ellos, para el caso de la aplicación de este instrumento, todas las capas evaluadas residían en el mismo equipo, y el acceso a este fue realizado a través de una red local.

Con la arquitectura elegida, se separó la estructura en tres capas:

4.1 Capa de presentación

La capa de presentación hace referencia a la vista que es presentada a los alumnos. Esta interfaz se encarga de presentar la información de la herramienta y de capturar las respuestas que dichos alumnos entreguen, además de permitir recibir los comandos para poder navegar por la misma.

En esta capa se utilizaron tres tecnologías y lenguajes distintos:

a. HTML5

El lenguaje HTML se usa para definir la estructura de la vista de la aplicación, presentada al alumno como la interfaz de una página web.

La versión elegida, HTML5, se eligió por ser la versión más actual del lenguaje, lo que facilita la interacción con sistemas táctiles.

La estructura de todas las vistas presentes en la herramienta es la misma:

- i. El tag head que incluye las referencias a los archivos de estilo CSS, a las librerías JavaScript utilizadas por la herramienta y a la configuración de la página para poder soportar dispositivos móviles.
- j. ii. El tag body, el cual incluye todo el código de la vista interactiva.

b. CSS

Utilizando el framework BootStrap desarrollado por la empresa Twitter (herramienta de código abierto), es posible definir las reglas del diseño de la herramienta de manera de hacerla más amigable. Además, la vista de la aplicación puede adaptarse automáticamente a distintas resoluciones de dispositivos, ajustando tanto los tamaños de los elementos e imágenes como la posición de ellos, para poder mostrarlos de la manera más óptima posible.

c. JavaScript

Para esta herramienta se utilizaron dos librerías externas:

i. jQuery:

La librería jQuery corresponde a un conjunto de funciones que agregan múltiples funcionalidades a las aplicaciones desarrolladas

en JavaScript, por lo cual es considerada un elemento muy útil a la hora de manejar múltiples eventos que involucran interacción con el usuario.

En esta librería se utilizaron las funciones `draggable` y `droppable`, las cuales, al ser utilizadas, permiten aplicar a elementos de la aplicación la capacidad de ser arrastrados y soltados en áreas específicas de la aplicación, reconociendo correctamente si fueron soltados en el lugar apropiado o no.

ii: jGestures:

Esta librería permite manejar gestos realizados con los dedos sobre la pantalla, los que corresponden a una serie de direcciones que sigue el dedo del usuario sobre la pantalla de un dispositivo, los que son traducidos a sus significados generales. Por ejemplo, al mover el usuario el dedo desde el lado izquierdo de la pantalla hacia el lado derecho de esta, la librería entregaría la información que se realizó un arrastre con dirección hacia la derecha. Esto nos ayuda a abstraernos de interpretar direcciones o acciones específicas y así poder trabajar con el resultado tras el movimiento.

En particular, para esta librería se enfocó en el uso de la función `swipe`, la cual, al momento de detectar un movimiento de arrastre,

informa al sistema, indicando en la dirección que se arrastró, la distancia y la cantidad de dedos que fueron usados.

Además de estas dos librerías, se desarrolló código propio de manera de utilizar sus funcionalidades en conjunto para permitir tanto la navegación a través de la historia como el manejo de inputs táctiles, lo que se utilizó para el ingreso de datos de texto y el manejo de elementos para la herramienta de argumentación.

Hay dos tipos de vista en la aplicación, las cuales ya fueron explicadas con respecto al aspecto visual, pero ahora serán explicadas en relación al aspecto funcional:

- a) La vista de historia: toda el área que conforma esta zona está habilitada para detectar gestos de tacto, movimientos de mouse y flechas del teclado. En el caso de los gestos táctiles y el movimiento del mouse, se detecta la dirección de movimiento deseada viendo el punto de partida y la dirección en que se ejecuta el movimiento. En caso de que el movimiento del dedo o mouse sea hacia la izquierda, se avanza la historia hacia la derecha (siguiendo el movimiento natural que se ejecuta al utilizar aplicaciones móviles) (Anexo E, Figuras 4-2, 4-3), lo mismo en el caso contrario (Anexo E, Figuras 4-4, 4-5). Por otro lado, en el caso de las flechas del teclado, la dirección que sea presionada será en la que avanzará la historia.

- b) La vista de pregunta: aquí los elementos con los que se permite interacción son los conectores para armar una respuesta, los cuales permiten ser arrastrados y soltados en la zona de respuesta, individualmente, mediante eventos JavaScript. Junto con esto, una vez soltados los conectores en la zona de respuesta, los eventos para poder ser arrastrados son desactivados, activando a su vez el evento para poder ser presionables (de forma de poder eliminar los elementos erróneos). Además de esto, un script permite ordenar los elementos de respuesta apropiadamente, al ir soltándolos en la zona de. El mismo script, además, se encarga de reordenar todos los elementos cuando se elimina uno erróneo.

4.2 Capa de negocio

También llamada Capa Lógica, almacena el conjunto de reglas e instrucciones que permiten a la herramienta procesar la información recibida de la interfaz visual, analizar dichos datos y luego generar y enviar una respuesta apropiada.

Esta capa está realizada en el lenguaje PHP, con la lógica separada en múltiples archivos.

4.2.1 - Lógica central

Los archivos principales que conforman la lógica central de la aplicación son tres:

- **login.php**, el cual maneja la lógica de obtener la lista de alumnos de la base de datos, ordenar dicha información y presentar dicha lista para poder ser utilizada por los alumnos.
- **comics.php**, el cual se encarga de obtener la información sobre cada capítulo, lo que incluye el número y la cantidad de cuadros que este posee. Para saber el capítulo actual en que el alumno se encuentra, el sistema revisa las variables de sesión del usuario, para saber el nivel de avance.
- **include.php**, el cual incluye todos los métodos comunes al resto de los sistemas, como el sistema de gestión del contenido estático, las hojas de estilo y las imágenes. Además, incluye el sistema de gestión de información en las variables de sesión, utilizado para almacenar el progreso temporal de los estudiantes.

4.2.2 - Gestionador de resultados

El sistema de gestión y muestra de resultados está compuesto por dos archivos, los cuales son:

- **results.php**, al cual se llega al terminar un capítulo y al responder una pregunta.

Este se encarga de ver si el alumno debe ser redirigido a una pregunta o a un nuevo capítulo de la historia, además de almacenar la información de sus respuestas, en caso de que se provenga desde una pregunta. Además, es aquí donde se valida que haya llegado al final de la historia o no.

- **end.php**, al cual el archivo anterior nos redirige en caso de haber completado la historia con éxito. En este se finaliza la sesión del estudiante y se muestra la pantalla final, en la que simplemente aparecen la palabra fin.

4.2.3 - Conexión con la base de datos

Para facilitar la conexión con la capa de datos, de forma de poder acceder y almacenar información, se creó el archivo **db_functions.php**. Este contiene múltiples métodos para escribir directamente información en la base de datos, de forma de ser llamados desde cualquier parte.

Además de esto, los datos de configuración de la base de datos son almacenados aquí, por lo que al momento de querer cambiar la aplicación a una versión online basta con modificar las credenciales y las direcciones a las que este archivo apunta.

4.2.4.- Tipos de pregunta

Los distintos tipos de pregunta que pueden ser presentados al alumno se encuentran en archivos separados, dentro de una carpeta llamada *questions*. La herramienta está diseñada con modularidad en mente para que, al momento de desear agregar un nuevo tipo de pregunta (lo que fue necesario a lo largo del proceso iterativo de diseño), basta con utilizar el sistema de *templates* para definir las secciones y la funcionalidad, y luego entregar los datos apropiados desde la Capa de Datos.

Este sistema de *templates* funciona con un conjunto de archivos básicos, los cuales incluyen un archivo de vista (archivo HTML5), un archivo de diseño (archivo CSS) y un archivo de lógica de interacción (archivo JavaScript), los cuales son completamente personalizables, para poder personalizar los tipos de pregunta al máximo (Anexo E, Figura 4-6).

Sobre el contenido de las preguntas, la lista consta de nueve preguntas, las cuales van aumentando en complejidad a medida que avanza en la actividad, comenzando por preguntas de dificultad más reducida, de comprensión literal, terminando con preguntas que requieren un mayor nivel de interpretación y comprensión crítica. La lista de preguntas se puede encontrar en el Anexo B.

Ahora, con los sistemas individuales detallados, el flujo que un alumno sigue a lo largo de la actividad está representado en la Figura 4-7, Anexo E.

En este podemos apreciar que, luego de registrarse eligiendo su nombre desde una lista generada en el archivo `login.php`, el alumno entra en el el alumno avanza por la historia primero avanzando sobre las imágenes que conforman el capítulo.

Al llegar al final de este, se le redirige a `results.php`, el cual se encargará de redirigirlo a una pregunta o al capítulo siguiente, en cada caso específico. Luego, al completar todos los capítulos, el estudiante es redirigido a `end.php`, con lo que finaliza la actividad.

4.3 Capa de datos

En esta capa se almacena la información usada por la aplicación para mostrar la historia y las preguntas, además de la lista de usuarios y sus respuestas, junto con manejar todas las solicitudes relacionadas con ello. Para esto se utiliza el motor de base de datos relacionales MySQL de Oracle Corporation, bajo la licencia GNU Licencia Pública General.

La estructura de la base de datos está compuesta por seis tablas principales, las cuales son:

La tabla **users**, la cual contiene la lista de todos los usuarios de la aplicación. Dentro de estos encontramos dos tipos de usuarios (los cuales se diferencian por la columna **type**);

- a) Usuarios regulares, a los que corresponden los alumnos, y presentan el tipo cero.
- b) Administradores, que corresponden a los profesores y encargados de la actividad, los que presentan el tipo uno, además de tener la columna **password** asignada con algún valor no nulo, de forma de controlar el acceso al panel de administración.

La tabla **chapters**, la cual almacena la información de cada capítulo, incluyendo el número de capítulo y la cantidad de imágenes que dicho capítulo contiene.

La tabla **questions**, que contiene la información de cada pregunta. Esta tabla contiene el identificador del capítulo asociado a dicha pregunta (ya que un capítulo puede tener más de una pregunta asociada), el número de pregunta (en caso de tener un capítulo más de una pregunta), el texto de la pregunta (el que se usa al momento de mostrarla) y la imagen de fondo de la pregunta (pues los distintos tipos de pregunta tienen distintas imágenes de fondo).

La tabla **connectors**, la que contiene los conectores que el alumno usa para conformar la respuesta en las preguntas de argumentador. Esta tabla contiene el

texto del conector mismo, el identificador de la pregunta a la que corresponde (de forma que, al momento de tener que mostrar una pregunta, podamos obtener todos sus conectores fácilmente).

La tabla **results**, en la que se guarda la respuesta de cada pregunta para cada usuario. Esta tabla contiene el identificador del usuario, el identificador de la pregunta y el texto completo de la respuesta. En caso de tratarse de una pregunta tipo argumentador, el texto de cada uno de los conectores se extrae y se almacena en esta tabla como una línea de texto única.

Finalmente, la tabla **progress**, la cual almacena el último capítulo que el alumno ha completado con éxito. Esto porque, en caso de que la sesión de trabajo se viera interrumpida, al momento de comenzar de nuevo y el alumno elegir su nombre, continuará desde el capítulo siguiente al último completado con éxito. En esta tabla encontramos el identificador de usuario, el identificador del último capítulo realizado con éxito y el tiempo total acumulado (el que será usado en la imagen final para mostrar el tiempo total que tomó el realizar la actividad).

El diagrama que representa esta estructura de base de datos, junto con todas las columnas presentes en cada tabla y la forma que se interconectan se aprecia en el Anexo E, Figura 4-8.

5. EXPERIMENTACIÓN EN COLEGIO

La experimentación en colegios corresponde a la fase de evaluación final del Design-Based Research (siendo la evaluación local las pruebas realizadas con estudiantes de la universidad, habiendo obtenido la información necesaria para realizar las modificaciones apropiadas a la herramienta). Luego de la experimentación y el análisis de resultados, se concluye el experimento.

Para poder evaluar la herramienta en una situación real, se planificaron visitas a colegios con alumnos de tercero y cuarto básico. Estas visitas debieron ser coordinadas previamente y, en una decisión tomada en conjunto con las profesoras a cargo de dichos cursos, se optó por realizar el experimento durante el punto medio del semestre académico, de manera de generar el menor impacto negativo en los alumnos, producto del consumo de tiempo de la actividad.

Dentro de cada uno de los cursos en los que fue aplicada la prueba, para poder comparar las preguntas que utilizan el sistema de argumentación (en que cada alumno construye su respuesta con las piezas entregadas) contra las preguntas de formato abierto (en el que el alumno ingresa el texto directamente) se construyeron dos formas de test: forma E y forma O. La forma que a cada alumno le corresponde es asignada por el sistema en base al número que le es asignado a este al ingresarlo

al sistema: los alumnos con número par recibirán la forma E (del inglés even), mientras que los alumnos con número impar recibirán la forma O (del inglés odd).

Para las preguntas 1, 2, 3, 5 y 6, se intercalaron ambos formatos de preguntas, en las que la forma E comienza con sistema de argumentación, mientras que la forma O comienza con formato abierto. De esta forma, para cada pregunta en la que se tiene una muestra para analizar con respuesta de sistema de argumentación, se tiene la misma cantidad para validar y comparar en respuestas con formato abierto.

Para la pregunta 4, ya que era de formato de orden cronológico, se aplicó la misma para ambas formas. Por otro lado, para las preguntas 7, 8 y 9 se sigue el mismo principio de separación que para las preguntas iniciales, pero inverso, de forma de mantener el orden inicial: los estudiantes que reciben la forma E comenzarán la pregunta 7 con el sistema de pregunta abierta, mientras que los que reciben la forma O comenzarán con el sistema de argumentación.

Una vez con el sistema funcional, la planificación inicial de la visita al colegio presentó algunos problemas a solucionar:

Alguna forma de mitigar el golpe inicial que el servidor experimentaba al conectarse todos los niños simultáneamente. Para solucionar esto, se optó por permitirles a los niños comenzar en los grupos en los que se encontraban divididos por las mesas de trabajo, continuando con las siguientes mesas a medida que todos los niños

comenzaban. Esto provocó una demora en el comienzo de la actividad de un par de segundos, lo que permitió al servidor funcionar normalmente de ese momento en adelante.

- Alguna forma de reducir los tiempos de carga de las imágenes en los *tablets*, puesto que cada dispositivo requería descargar las imágenes inicialmente, a medida que avanzaba por la actividad. Esto agregaba una demora no menor a los tiempos de carga de los capítulos de la historia. Para solucionar esto se generó un script de carga inicial que descargaba todas las imágenes de la historia, almacenándolas en el caché del dispositivo, de manera de no necesitar obtenerlas nuevamente.
- Alguna forma de controlar que los niños no desactivaran la aplicación y utilizaran los otros servicios del tablet entregado. La solución a este problema fue ejecutar la aplicación en modo pantalla completa, lo que automáticamente ocultaba los botones que permitían cerrar la aplicación con facilidad.
- Reducir la posibilidad de error en la ejecución del experimento. Si bien hay un porcentaje de error que no puede ser eliminado, para controlar posibles problemas de equipo, llevamos más *tablets* que la cantidad de niños sobre los que realizaríamos el experimento. Además, llevamos adaptadores de corriente para el computador que realizaría la tarea de servidor, y tres access points para reducir la carga en cada uno, teniendo siempre la opción de pasar la carga a dos o uno en caso de fallar el resto.

- Reducir la posibilidad de error en el transporte. Sabiendo de experiencias previas de otros alumnos, los cuales habían experimentado problemas al dirigirse al lugar de la experimentación. Estos incluyen congestión inesperada en el camino al colegio y fallas en el vehículo en general. Para reducir al máximo nivel esto, se optó por validar la ruta más óptima al colegio con anterioridad, salir con más de una hora de anticipación y transportarse en dos vehículos, de forma de poder mover el equipo para pruebas a uno solo, en caso de ser necesario. Si bien ninguna de estas eventualidades ocurrió, la planificación previa con tiempo permitió estar calmado en este aspecto.
- Cargar simultáneamente una alta cantidad de *tablets*. Ya que la visita a colegio requería de sesiones de dos días seguidos, era necesario tener una forma de cargar, transportar y ordenar todos los *tablets*. Para esto se diseñó una maleta, la cual en su interior contenía una estructura de madera y varios alargadores de corriente que permitían cargar múltiples dispositivos por maleta. Desafortunadamente, para evitar problemas de cortocircuitos, la maleta no permitía cargar todos los dispositivos que podía transportar. Aun así, esto se solucionaba cargándolos en dos conjuntos, cada uno conteniendo la mitad.

Con los problemas iniciales identificados, se procedió a realizar las visitas al colegio, para las cuales se utilizaron *tablets* de 10.1” con sistema operativo Android. La actividad estuvo guiada por un grupo de monitores entrenados, los cuales

estuvieron presentes durante la ejecución para responder dudas, solucionar problemas y guiar en caso de ocurrir complicaciones. En las salas mismas, los alumnos fueron ordenados en mesas separadas, teniendo cada estudiante un tablet. Una vez con los alumnos distribuidos, se procedió a explicar el funcionamiento del sistema, las instrucciones y el objetivo de la actividad.

Para la aplicación del instrumento se comenzó con la organización de los niños en los puestos de trabajo, asegurándonos de poner la mayor distancia posible entre niños, para reducir el riesgo de distracciones. Luego de esto, procedimos a realizar una explicación del funcionamiento de la aplicación, explicando los tipos de preguntas y cómo avanzar en la historia, además de qué cosas podían y no podían hacer. Posterior a esto, y luego de asegurarnos de que no hubiese dudas, se procedió a comenzar la aplicación del instrumento, la cual tomó un tiempo promedio de 50 minutos en cada aplicación, con variaciones entre los 20 y 60 minutos.

Al momento de terminar un estudiante la historia y las preguntas, para evitar que su aburrimiento lo llevara a distraer a sus compañeros, los autorizamos a utilizar los juegos y la herramienta de dibujo que el tablet traía, hasta que el resto de sus compañeros terminaran la actividad.

Con respecto a las visitas a colegios, la primera visita (que correspondió a la primera iteración de la aplicación) contó con alrededor de 30 alumnos de tercero básico. Para la segunda visita (que correspondió al paso final del segundo proceso de iteración,

luego de realizadas todas las mejoras de la primera visita), contó con la aplicación a un grupo de 150 alumnos, que consistieron en una mezcla de estudiantes de tercero y cuarto básico.

Ahora, durante la ejecución de la evaluación se identificaron otros problemas:

- Los niños, si bien no tenían acceso a cerrar la aplicación, por ser un navegador web, podía presionar el botón Atrás, con lo que se rompía el flujo de la aplicación. Si bien el sistema almacena el progreso en la historia, con lo que siempre se mostraba el mismo capítulo, pues el niño no había continuado, al momento de ir a la sección de responder preguntas el alumno podía responder más de una vez. Para solucionar este problema, al momento de exportar los resultados se consideró solo la primera respuesta. Además, luego de ser identificado el problema en la sesión inicial, en las sesiones de los siguientes cursos se les recalcó a los niños la importancia de no presionar el botón.
- Durante una de las sesiones del experimento, los routers a los que estaba conectado el servidor se apagaron, producto de una falla en el sistema de alimentación. Se procedió a reemplazar el sistema de alimentación, encender los routers nuevamente y luego, por cada tablet, dirigir a los niños a la pantalla de selección de nombre. De esta forma, los niños pudieron continuar

su progreso desde el punto en el que el problema del sistema ocurrió, sin perder su avance. A pesar de haber tomado un par de minutos solucionar este problema, todos los niños pudieron completar la actividad, sin experimentar problemas por falta de tiempo.

- Como realizamos múltiples sesiones por día, en distintos cursos, al llevar la mitad de estas sesiones nos dimos cuenta que la batería de todos los *tablets* no duraría el resto de las sesiones. Para solucionar esto, y considerando que llevábamos más *tablets* que la cantidad de niños, para amortiguar el riesgo de fallas de tablet, durante el horario de almuerzo procedimos a cargar la mitad de los *tablets* (que era lo que la maleta de transporte y carga permitía) y entregamos esos a los niños, junto con los *tablets* extra que habíamos traído. Durante esta sesión se cargó la otra mitad de los *tablets* que ya habían sido utilizados, lo que permitió completar el día de experimentación sin dejar a niños fuera de la actividad.

Fotos de la estructuración de los aparatos, ubicación y los guías y tutores pueden ser encontradas en el Anexo G.

6. CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación fue el desarrollo de este sistema de evaluación interactiva de pensamiento crítico, aprovechando la multi-modalidad del cómic para fomentar la motivación de los estudiantes a responder, además de buscar reducir el nerviosismo que naturalmente acompaña todo tipo de pruebas estandarizadas (Cuadrado et al., 1999).

Para esto, un factor esencial para la investigación fue la flexibilidad del cómic, tanto del formato como de la historia desarrollada, que permitió múltiples modificaciones, cambios en la adaptación de la historia original y la posibilidad de simplificar la historia para adaptarla al tiempo que tomaría la experimentación. Junto con esto, la aplicación del Design Based Research se vio facilitada por la habilidad de modificar la historia en cada una de las iteraciones.

Además, en base a las validaciones realizadas con la información obtenida luego de procesar los datos de respuesta de los estudiantes, podemos concluir que la herramienta es una alternativa funcional a los sistemas de medición tradicionales utilizados para evaluar el pensamiento crítico.

Junto de la herramienta final obtenida, queda en evidencia la importancia del proceso iterativo de desarrollo que entrega el seguir los pasos del Design Based Research: la rápida adaptación a cambios y la facilidad de obtener retroalimentación en cada iteración de la

herramienta permiten realizar fáciles modificaciones al sistema, lo que se traduce en una mejor herramienta final.

Luego, se concluye la importancia de realizar las validaciones con herramientas externas a la siendo medida, para comprobar su efectividad y utilidad en una situación real. Para esta comparación, es necesario utilizar métricas e indicadores que permitan correlacionar ambas herramientas,

Posterior a los resultados obtenidos con respecto a la herramienta misma, también se obtiene aprendizaje sobre las planificaciones y visitas a colegios, incluyendo la necesidad de hacer múltiples pruebas iniciales para validar la estabilidad de la herramienta, detectar las posibles causas de fallas iniciales, preparar soluciones para casos de emergencia y elaborar un plan de trabajo para trabajar en soluciones a problemas detectados en la ejecución.

Por el lado de la utilización del cómic en el ambiente educacional, se resalta la importancia integral de las imágenes en el proceso de aprendizaje, tanto por la multimodalidad que otorga el medio con su forma de comunicar la información, como por la motivación que otorga a los alumnos a la hora de realizar la actividad.

Ahora, los resultados de este estudio no son generalizables considerando cómo se eligió la muestra, el número de colegios evaluados y el rango de materias evaluadas. Esto porque la muestra representa a un grupo sociocultural acotado y homogéneo, el diseño del test está enfocado al diseño del marco teórico que representa una cultura específica, lo que

significa que cualquier otro estudiante con un modelo cultural diferente estaría en desventaja frente a la aplicación de la misma herramienta.

BIBLIOGRAFIA

Bannan-Ritland, B. (2003). The role of design in research: the integrative learning design framework. *Educational Researcher*, 32(1), 21-24.

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in education*, 5(1), 7-74.

Cerrolaza, O., Cuadrado, C., Díaz, A. & Martín, M. (1999). El placer de aprender. *Carabela* 41, 23-33. SGEL, Madrid.

Chun, Dorothy, Bryan Smith, and Richard Kern. (2016) "Technology in language use, language teaching, and language learning." *The Modern Language Journal* 100.S1 ,2016: 64-80.

Cimermanová, I. (2015). Using Comics with Novice EFL Readers to Develop Reading Literacy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 2452-2459.

Cope, B., & Kalantzis, M. (2009). A grammar of multimodality. *The International Journal of Learning*, 16(4), 361-426.

Cook, T. D., Campbell, D. T., & Day, A. (1979). *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings* (Vol. 351). Boston: Houghton Mifflin.

Design-Base Research Collective (2003). *Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry*. *Educational Researcher* 32(1), 5-8.

Evans, J. (2013). From comics, graphic novels and picturebooks to fusion texts: a new kid on the block! *Education 3-13*, 41(2), 233-248.

Ennis, R. H, (2011), *Critical Thinking Across the Disciplines: Inquiry*, Volume 28, Issue 2, 5-19.

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Hamlett, C. L., & Wang, A. Y. (2015). Is Word-Problem Solving a Form of Text Comprehension?. *Scientific Studies of Reading*, 19(3), 204-223.

Kao, G. Y. M., Tsai, C. C., Liu, C. Y., & Yang, C. H. (2016). The effects of high/low interactive electronic storybooks on elementary school students' reading motivation, story comprehension and chromatics concepts. *Computers & Education*, 100, 56-70

Moody, A. K. (2010). Using electronic books in the classroom to enhance emergent literacy skills in young children. *Journal of Literacy and Technology*, 11(4), 22-52.

Valerie, L., & Abed, F. (2013, January). Comic life + writing = motivated student writers: incorporating visual graphics to teach writing. In *Preparing Teachers to Teach Writing Using Technology* (pp. 163-178). ETC Press.

Van Eemeren, Frans H., Sally Jackson, and Scott Jacobs. "Argumentation." *Reasonableness and Effectiveness in Argumentative Discourse*. Springer International Publishing, 2015. 3-25.

ANEXOS

**ANEXO A: CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PAPER USADO COMO BASE
TEÓRICA**

Ref: TSC_2017_18

Title: Assessing critical thinking in the context of literacy among primary school students using technology

Journal: Thinking Skills and Creativity

Dear Mr. Gelerstein,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in Thinking Skills and Creativity . Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® at: http://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=TSC and locate your submission under the header 'My Submissions with Journal' on your 'My Author Tasks' view.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Thinking Skills and Creativity

ANEXO B: INFORMACIÓN ENTREGADA AL ENVIAR EL PAPER A LA REVISTA

Manuscript Details

Manuscript number	TSC_2017_18
Title	Assessing critical thinking in the context of literacy among primary school students using technology
Article type	Full Length Article

Abstract

Within the school context, developing critical thinking skills is a key issue at every level of the K-12 curriculum. This paper addresses the challenge of assessing critical thinking abilities situated within primary school literacy skills. The theoretical framework that supports this research combines critical thinking and reading comprehension approaches. On the basis of this combined frame, we developed a tablet-based instrument based on a comic narrative aimed to test fourth and fifth graders' critical thinking and literacy abilities. Our results show that when solving a task through an open-answer or a word pool with drag-and-drop modality, as the complexity and cognitive demand of the task increases, participants tend to rely more on the word pool with drag-and-drop format, while simpler tasks are more effectively solved using open-answers. Another relevant finding suggests that word pool with drag-and-drop activities do not promote grammar awareness, but successfully scaffold activities where content knowledge or specific linguistic tools are necessary. This study constitutes an exploratory step towards the development of complex assessment instruments to measure situated critical thinking.

Keywords	Critical thinking; technology; drag-and-drop; literate abilities; 21st century skills
Corresponding Author	Damian Gelerstein
Order of Authors	Damian Gelerstein, Miguel Nussbaum, Ana M. Cortés Lagos, Daniel Araneda, Juan Jaime Díaz, Pablo Chiuminatto, Ignacio Camach
Suggested reviewers	Ting Wen Chang, Sie Wai Chew

Submission Files Included in this PDF

File Name [File Type]

Using technology to assess literacy and critical thinking skills.DOCX [Manuscript (without Author Details)]

Title page.docx [Title Page (with Author Details)]

To view all the submission files, including those not included in the PDF, click on the manuscript title on your EVISE Homepage, then click 'Download zip file'.

ANEXO C: PAPER DESARROLLADO COMO BASE TEÓRICA

Using technology to assess literate and critical thinking abilities of primary schoolers

1. Introducción:

En el contexto escolar se recomienda que el desarrollo del pensamiento crítico sea un objetivo en todos los niveles del currículum K-12 (Facione, 1990; Bean, 2011). Osakawe (2009) destaca la importancia desarrollar esta habilidad desde una edad temprana. Sus investigaciones así como las de otros teóricos del ámbito (Gelman & Markman, 1986; Willingham, 2007) no solo han revelado diferencias significativas entre los alumnos que reciben instrucción temprana en pensamiento crítico y aquellos que no, sino que demuestran además que los niños son capaces de desarrollar estas habilidades con tanto éxito como los adultos.

Aunque existen múltiples aproximaciones a este campo de investigación, la literatura es consistente en señalar que el pensamiento crítico involucra competencias que permiten tanto pensar el mundo (habilidades de primer orden), como pensar el pensamiento (habilidades de segundo orden) (Kuhn, 1999; Halpern, 2003). Si bien la relevancia del pensamiento crítico en la educación se ha defendido sostenidamente, no hay un desarrollo suficiente de su medición ni hay indicadores claros de su integración efectiva a la sala de clases (UNESCO 2000, Ennis 2011).

Por otra parte, la literatura ha reconocido que el pensamiento crítico es una habilidad que se utiliza para resolver problemas situados al interior de prácticas o campos disciplinares específicos, lo que implica comprender un determinado grupo de contenidos instruccionales. Por ello, su medición también debe situarse al interior de un dominio de conocimientos y en conexión con el ámbito en el que se desenvuelve el estudiante (Facione, 1990; Ennis 1989; McPeck 1981; Bailin, 2002; Merrel, 2003; Willingham, 2008). Puesto que el lenguaje es una habilidad transversal, el área de lenguaje y comunicación, y las habilidades lecto-escritoras proveen un espacio

privilegiado para observar la forma en que los alumnos despliegan sus habilidades de pensamiento crítico.

Tradicionalmente, se han identificado cuatro precursores de la comprensión lectora: “word recognition, fluency, vocabulary, and working memory” (Ribeiro, Cadime, Freitas, 2015). Sin embargo, Ribeiro, et. al (2015), señalan que estas componentes no explican por sí solas la capacidad de comprender un texto, y proponen incorporar componentes que van más allá de la fluidez y el vocabulario tradicionales, tales como las habilidades de razonamiento y formulación de inferencias. El razonamiento, entendido como la capacidad de realizar inferencias, es una habilidad comprendida en el pensamiento crítico (Delphi, 1990). Así, el estudio de Ribeiro sugiere que estas son habilidades que pueden estudiarse de manera conjunta. En el mismo sentido, Hong-Nam et al. (2014) sostienen que hay relaciones fuertes entre la habilidades lecto-escritoras y el desarrollo del pensamiento crítico, y que de hecho, las habilidades letradas (*literate skills*) promueven el pensamiento crítico (O’Flahavan & Tierney, 2013). En suma, la lecto-escritura integra un grupo de procesos y habilidades complejas que implican al pensamiento crítico y el razonamiento como una de sus componentes (Hong-Nam, 2014; Fuchs, 2015). Lo anterior permite sostener que el pensamiento crítico es una habilidad que adquiere una relevancia progresiva para la comprensión-lectora, a medida que esta demanda mayores niveles de interpretación.

Por otra parte, estudios sobre el impacto del vocabulario (Ouellette, 2006) en en esta habilidad, sugieren que solo el conocimiento de vocabulario en profundidad tiene un impacto en la comprensión lectora. Estas conclusiones son consistentes con estudios realizados con medición de potenciales evocados (Kutas & Federmeier, 2000) que demuestran que la comprensión semántica está fundada en la operación simultánea de procesos de la memoria de trabajo y de la memoria de largo plazo. Estas investigaciones apoyan el modelo propuesto por Bereiter y Scardamalia (1992) que distingue los procesos de composición madura de los procesos sobre los procesos de composición

inmadura. De acuerdo a estos autores, la escritura experta demanda la puesta en marcha de procesos asociados tanto a problemas de contenido (¿qué decir?), cómo a problemas retóricos (¿cómo decirlo?).

El surgimiento de textos híbridos, discontinuos y multimodales al alero de las tecnologías de la información propone nuevas posibilidades y desafíos para la enseñanza y aprendizaje de la lecto-escritura (Cope & Kalantzis 2009; Bezemer & Kress 2015). Por una parte, la composición multimodal e hipermedial demanda el aprendizaje de nuevas prácticas de lectura. Por otra parte, dado el predominio de lo visual en la cultura contemporánea, los niños tienden a privilegiar la imagen por sobre la forma verbal escrita (Kress 2003; Tamim, Borokhovski, Pickup, et.al. 2015). Es quizás debido a esto que los hallazgos de numerosos estudios sugieren que el uso de medios visuales promueve la adquisición de vocabulario y la comprensión lectora, además de mejorar el rendimiento en pruebas diseñadas para la medición de estas habilidades (Liu, Moore, Graham, Lee 2002). En este contexto, la tecnología multimedial ofrece recursos valiosos tanto para captar la atención y motivación del estudiante (Kao, et. al. 2016; Chun et al. 2016) como para medir habilidades lecto-escritoras en un contexto multimodal, recoger, organizar y analizar los datos de un test.

En este contexto surgen las siguientes preguntas de investigación: **¿Cómo puede la tecnología multimedial servir al propósito de medir las habilidades de pensamiento crítico asociadas a la comprensión lectora temprana? y ¿Cómo influye la tecnología en la medición de las habilidades involucradas en la resolución de un problema de lecto-escritura?**

2. Metodología:

Para responder ambas preguntas de investigación, se abordan los siguientes objetivos:

- Diseñar un cuestionario para medir habilidades lecto-escritoras y de pensamiento crítico de manera combinada.
- Implementar el cuestionario en una plataforma virtual con dos modelos de respuestas que puedan ser comparados con el fin de aislar y contrastar las habilidades involucradas.

2.1 Instrumentos utilizados:

Para lograr el primer objetivo, se desarrolló un instrumento basado en una narrativa gráfica donde el alumno debe contestar preguntas del texto que miden habilidades de lecto-escritura y pensamiento crítico. La información se organiza en ilustraciones con texto, diálogos e imágenes a las que se intercalan preguntas que el estudiante debe responder para poder continuar leyendo la historia. Las preguntas se ordenan de acuerdo a un aumento gradual de la complejidad, comenzando por preguntas de comprensión literal para llegar a otras que demandan mayores niveles de interpretación (Ribeiro et.al. 2015).

Para lograr el segundo objetivo, se implementó la narrativa y preguntas resultantes en el objetivo anterior en una aplicación multimedial para Tablet. Se implementaron dos modelos de respuesta; abiertas o de construcción con alternativas. En la primera se utiliza un teclado digital para redactar la respuesta. En la segunda a través de una estrategia de Drag & Drop el alumno debe construir su respuesta seleccionando las distintas partes de un conjunto de alternativas (word pool).

2.1.1.Diseño del instrumento:

El instrumento consiste en una secuencia de preguntas (Anexo, figuras 2 a 10), elaboradas con el propósito de enfrentar a los estudiantes a situaciones en las que

deban: interpretar, evaluar y realizar análisis e inferencias acerca del contenido de un texto. El modelo de pensamiento crítico utilizado para esto fue extraído de author (2016), modelo que se basó en el Delphi Report (Facione, 1990), que propone que las habilidades principales de un pensador crítico son interpretación, análisis, inferencia, evaluación, explicación y autorregulación. El anterior es consistente con el modelo de comprensión lectora adoptado en este estudio, que es el desarrollado por Ribeiro et al. (2015). En esta investigación los autores plantean que la comprensión profunda de un texto requiere de la aplicación de habilidades de razonamiento. El modelo se organiza en cuatro niveles de comprensión, que van aumentando en complejidad crítica, estos son: comprensión literal, comprensión inferencial, reorganización y comprensión crítica.

Se diseñó el instrumento asociado al dominio de lenguaje y comunicación, basándose en los estudios que demuestran las relaciones existentes entre el desarrollo del pensamiento crítico y las habilidades de lecto-escritura (Chapman 2014; Nippold 2015). Se decidió orientar el instrumento para sujetos de 4to y 5to grado básico, ya que en este período la decodificación de textos escritos está automatizada y los niños reconocen la mayoría de las palabras de uso cotidiano en su forma gráfica (Swaggerty 2015). Por esta misma razón, en esta etapa predictores de la comprensión lectora como la fluidez y el reconocimiento de palabras –factores fundamentales en 2° grado básico– tienden perder relevancia desde el cuarto grado (Ribeiro et.al., 2015). En cambio, en este período aumenta la relevancia de factores menos estudiados tradicionalmente, como el razonamiento verbal y no verbal (Ribeiro et.al., 2015).

La temática de la narrativa gráfica interactiva para tablet fue de ficción, pues promueve la creatividad y el pensamiento imaginativo (Moore & Zigo, 2005). Se desarrolló una versión libre para niños de “La Vuelta al Mundo en 80 Días” de Julio Verne, recomendada por el Ministerio de Educación de Chile para estudiantes entre 1° a 6° grado (MINEDUC, 2012).

La elección de un formato multimodal en una plataforma interactiva tuvo el propósito de facilitar la aplicación del test, al proponer un artefacto que promueva el interés de los estudiantes por medio de recursos visuales (Downey, 2009). En este sentido, Frey y Fisher (2004) reconocen que el uso de narrativas gráficas y textuales puede jugar un rol importante en estimular el interés de los estudiantes por la lectura. De igual forma, la literatura sugiere que la integración de tecnologías puede tener efectos positivos en el desarrollo de habilidades de lectura, escritura y composición en estudiantes de primer ciclo básico (Goth et al., 2010; Lysenko & Abrami, 2014), puesto que promueve el interés por la lectura (*reading engagement*) (Moody, 2010). Otro grupo de estudios se enfoca específicamente al desarrollo de aplicaciones para tablet y a la elaboración de los diseños estructurales más efectivos en el soporte de los procesos de aprendizaje de la lengua escrita (Biancarosa & Griffiths, 2012; Falloon, 2013). Un gran número de estos estudios sugiere que el uso de medios visuales promueve la adquisición de vocabulario nuevo y se asocia a una mejora en el rendimiento en pruebas de comprensión lectora (Liu, Moore, Graham et.al. 2002).

En el instrumento desarrollado, tal como en una tira cómica, la información se organiza en ilustraciones con texto, diálogos e imágenes, que los estudiantes van desplazando de derecha a izquierda (Figura 1). Las páginas narrativas, se intercalan con páginas con preguntas que el estudiante debe responder para poder seguir leyendo la historia (Figuras 2 a 10).

El objetivo y criterios de desempeño de cada pregunta del test obedece a la aplicación combinada de dos modelos: el modelo de pensamiento crítico propuesto por el Delphi Report (Facione, 1990), y el modelo de comprensión lectora en cuatro niveles utilizado por Ribeiro et.al. (2015). El test consta de nueve preguntas (Tabla 1) que se organizan de acuerdo al nivel de complejidad e interpretación que demandan. Cada grupo de preguntas exige un despliegue de habilidades distintas; las:

- **Preguntas de comprensión literal y de interpretación o aclaración de significado**, requieren extraer un contenido del texto y comprender su sentido. El nivel de elaboración y de integración de otros conocimientos o valores a la elaboración de la respuesta es limitado o nulo.
- **Preguntas de comprensión inferencial, y evaluación y presentación de argumentos**, demandan la integración conocimientos previos o del contexto mismo de la narración, además de evaluar situaciones y reconocer las estructuras básicas de la argumentación.
- **Pregunta de reorganización**, se pide ordenar una secuencia de eventos, para esto, el alumno debe tener una comprensión literal de la historia y ser capaz de recordar el orden en que ocurre una serie de eventos.
- **Preguntas de comprensión crítica**, demandan la integración de conocimientos previos y del contexto de la narración, realizar juicios, presentar tesis, elaborar y reconocer argumentos y su estructura lingüística.

De esta manera, el test se divide en cuatro bloques (comprensión literal, comprensión inferencial, reorganización, y comprensión crítica), de acuerdo a la categorización de Ribeiro et.al. (2015). Como se indicó anteriormente, la categorización de Ribeiro distingue distintos niveles de complejidad crítica, de modo que los bloques permiten comparar los niveles de logro con cada modelo de respuesta (abierta o con *word pool*) para cada nivel de complejidad.

Delphi / Ribeiro	Comprensión literal	Comprensión inferencial	Reorganización	Comprensión Crítica
Clarifying meaning (Interpretación)	1, 2		4	
Examining ideas (Análisis)	3			
Assessing arguments and (Evaluación)		5		7 – 8
Presenting arguments and) (Explicación)		6		
Drawing Conclusions (Inferencia)				9

Tabla 1: Cruce entre Framework de Ribeiro y Delphi (indican la pregunta)

La rúbrica definida para la corrección del test se adaptó a los objetivos de cada grupo de preguntas. Así, las preguntas de comprensión literal y reorganización se consideraron correctas si la respuesta se adecuaba al contenido esperado (preguntas 1, 2, 3 y 4). Las corrección de las preguntas de comprensión inferencial (preguntas 5 y 6), en cambio, evaluó despliegue de habilidades que corresponden a procesos cognitivos implicados en la composición escrita (Bereiter & Scardamalia, 1992), además de una componente de corrección gramatical. Esto produce, entonces, tres criterios:

- Conocimiento discursivo: la respuesta despliega los recursos lingüísticos adecuados para resolver los problemas lógicos, retóricos o de causalidad asociados a la pregunta propuesta.
- Corrección gramatical: la construcción oracional es correcta desde el punto de vista estrictamente sintáctico (organización, concordancia, uso de verbos, etc.);
- Conocimiento del contenido: la respuesta recupera los conocimientos asociados a la pregunta propuesta; estos conocimientos pueden o no estar contenidos o no en el relato mismo.

Las últimas preguntas del test (7, 8 y 9) requieren que el estudiante reconozca y construya argumentos (Facione, 1990; Van Eemeren, et al, 2015). Para esto se entregan estructuras vacías de la forma de un argumento simple : tesis + argumentos + conectores argumentativos (ver Figuras 8, 9 y 10). La corrección de estas preguntas evalúa la adecuación de la respuesta a la forma de un argumento; la consistencia lógica de sus partes y la elección de conectores argumentativos apropiados. De esa forma, la corrección de las preguntas se realizó de acuerdo a los siguientes criterios:

- Tesis: planteamiento general o posicionamiento frente al problema planteado. Se evalúa si el alumno es capaz de asumir o reconocer una tesis general.
- Argumentos: afirmaciones que apoyan y refuerzan el posicionamiento general. Se evalúa si el estudiante es capaz de elaborar o reconocer ideas de apoyo al planteamiento general adoptado.
- Conectores: recursos lingüísticos que señalan las relaciones lógico-sintácticas entre las partes de la argumentación. Se evalúa si el alumno emplea o reconoce el conector más apropiado para la construir su argumento.

Con el fin de responder la segunda pregunta de investigación, el instrumento intercala dos modalidades de respuesta: una abierta y otra que comprende un *word pool* con Drag & Drop (que llamaremos de ahora en adelante *word pool*), modalidad utilizada en otros estudios asociados al desarrollo del lenguaje (Schwartz y Plass 2014; Lee 2016). Para las respuestas abiertas se provee un espacio en blanco (*white-board*); al tocar la pantalla, se despliega un teclado digital que el alumno debe usar para redactar su respuesta (figura 2 a 10). Las preguntas de *word pool* con Drag & Drop proveen un conjunto de palabras (*word pool*) que el estudiante debe arrastrar hasta el espacio de respuesta para componer una oración (figura 2 a 10). La respuesta abierta permite que el alumno elija libremente los recursos lingüísticos y de contenido que utilizará en su respuesta. La ventaja de esta modalidad es que permite una mayor libertad de acción; sin embargo, esta libertad implica también una ausencia de elementos de apoyo y, por

lo tanto, una mayor demanda de recursos cognitivos (Bereiter & Scardamalia, 1992). La modalidad de *word-pool*, en cambio, impone restricciones a la construcción de la respuesta, ya que el alumno solo puede usar los elementos disponibles en el *word-pool*; sin embargo, estos mismos pueden constituir elementos de apoyo en caso de que el alumno carezca de un recurso lingüístico o de contenido para responder adecuadamente.

Para comparar el rendimiento en preguntas con *word pool* con el rendimiento en preguntas abiertas, se construyeron dos formas de test: forma E y forma O. En estas, se intercalan ambos tipos de respuestas; en la forma E comienzan con *word-pool*, mientras que en la forma O con respuesta abierta. El resultado que busca es que cada respuesta *word-pool* tenga un contrafactual de respuesta abierta.

2.2 Muestra

Se realizó el test a 230 estudiantes de cuarto y quinto básico, (distribuidos como se muestra en la tabla 2), pertenecientes a dos colegios particulares con subsidio del estado. El colegio A pertenece al grupo socioeconómico medio, mientras el Colegio B, pertenece al grupo socioeconómico medio-bajo.

Nivel	4to básico		5to básico		Total
Colegio	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
Colegio A	41	37	35	44	157
Colegio B	29	44	-	-	73
Total	70	81	35	44	230

Tabla 2: Distribución de estudiantes por colegio y sexo.

2.3 Procedimiento

Para el desarrollo del test, se utilizaron Tablets de 10.1” con sistema operativo Android. Un grupo de cuatro monitores entrenados visitó los colegios para la aplicación del test. En las aulas se ordenó a los estudiantes en mesas separadas, se distribuyeron los tablets, y luego se procedió a explicar el funcionamiento de la aplicación y el objetivo de la actividad. Después de esta introducción los estudiantes comenzaron el test, mientras, los monitores de la actividad estuvieron siempre presentes para resolver cualquier tipo de duda respecto del uso de la aplicación. El desarrollo del test tomó un tiempo promedio de 45 minutos, con variaciones entre los 20 y 60 minutos.

La distribución de las forma de las pruebas (E y O) entre los estudiantes del estudio fue aleatoria.

2.4 Validación del test:

Se utilizó el criterio de Alpha de Cronbach para la medición de la confiabilidad del test (Cronbach, 1971). Como ambas formas (E y O) tenían las mismas preguntas, se consideraron por igual. Se comprobó que no existieran diferencias significativas entre las dos formas del test (E y O) a través de un ANOVA y la respectiva prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

Para establecer la validez externa del instrumento, y considerando que se han encontrado correlaciones entre tests de pensamiento crítico y notas escolares de estudiantes (Santelices et al., 2011), se realiza un Pearson product-moment correlation entre los resultados del test y las notas de la asignatura de Lenguaje y Comunicación de los estudiantes que participaron.

Con el fin de conocer si las pregunta de *word-pool* con su equivalente abierta eran comparables, se efectuó un ANOVA para comparar los resultados promedio obtenidos para cada pregunta. Junto con esto, se efectuó un análisis detallado de los

puntajes de logro obtenidos por criterio de evaluación para cada grupo de preguntas (comprensión crítica, comprensión inferencial y comprensión literal) con el fin de identificar diferencias entre cada uno de los criterios de evaluación y la forma en que se respondía la prueba (abierta y *word-pool*).

3. Resultados

3.1 Confiabilidad

Se encontró un Alpha de Cronbach de 0.703 para el test, que muestra que el test es confiable (George & Mallery, 2003).

3.2 Diferencias entre tipos de pruebas

Se efectuó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov que señala que ambas formas de prueba (forma E y forma O) se distribuían de forma normal ($p < 0.05$), para así conducir el test de ANOVA. Al realizar el ANOVA, Tabla 3, se observa que no hay diferencia significativa entre ambas formas del test, permitiendo la comparación entre cada una de sus preguntas (tabla 3).

Forma Prueba	N	Media	DS	Prueba de normalidad K-S
Forma E	119	0,537	3,83	0,68
Forma O	111	0,507	3,99	0,45
Valor P		0,190		

Tabla 3, Diferencias entre pruebas de Formato E y O

3.3 Pearson product-moment correlation

La Pearson product-moment correlation entre los resultados del test y las notas de los estudiantes en la asignatura de Lenguaje y Comunicación obtuvo un valor de 0.49, que Dancey & Reidy (2004) clasifican como una correlación moderada (entre 0.4 y 0.6).

3.4 Equivalencias entre preguntas según su tipo (abiertas y respuestas de *word-pool*):

Como se observa en la tabla 4, las diferencias entre respuestas abiertas y respuestas de *word-pool* tienden a volverse significativas a medida que las preguntas se vuelven más complejas y demandan mayores niveles de interpretación y comprensión crítica¹.

Pregunta	Comprensión Literal			Reorganización	Comprensión Inferencial		Comprensión Crítica		
	1	2	3		4	5	6	7	8
Media <i>word-pool</i>	0,703	0,458	0,514	0,948	0,578	0,532	0,665	0,667	0,682
Media Texto abierto	0,722	0,495	0,460	0,948	0,405	0,506	0,404	0,467	0,596
Valor P	0,752	0,574	0,427	N/A†	0,010**	0,542	p<0.001***	p<0.001***	0,014*

* Significativa $p < 0,05$. ** Significativa $p < 0,01$. *** Significativa $p < 0,001$.

† Para esta pregunta no se efectúa ANova puesto que la forma de respuesta es igual para ambos tests (E y O)

Tabla 4, diferencias entre preguntas abiertas y *word-pool*

Se observa en la tabla 4 que no existen diferencias significativas entre ninguna de las preguntas de **comprensión literal** en sus diferentes formas (*word-pool* y abierta). Se puede observar que, en las preguntas de menor dificultad (como 1 y 2) la media de las

¹ La pregunta 4 no se considera, pues es igual para ambas formas.

respuestas abiertas muestra un mayor porcentaje de logro con respecto al modelo de *word-pool*, aunque estas diferencias no son significativas. Cuando la dificultad aumenta ligeramente, esta relación se invierte, de modo que las respuestas con *word-pool* muestran un promedio de logro más alto (aunque las diferencias tampoco fueron significativas en este caso).

Respecto las preguntas de **comprensión inferencial**, entre respuestas *word-pool* y respuestas abiertas, Tabla 4 muestra que los alumnos obtienen consistentemente, puntajes más altos al responder con *word-pool* que de manera abierta, siendo pregunta 6 de diferencia significativa. Al analizar la pregunta 6, tabla 5, existen diferencias significativas tanto en el ítem conocimiento del contenido como en el de corrección gramatical, entre los modelos de respuesta. Las respuestas con *word-pool* obtienen puntajes significativamente más altos en el ítem conocimiento del contenido, mientras que las respuestas abiertas obtienen mejores resultados para el ítem de corrección gramatical.

	Conocimiento Discursivo	Corrección Gramatical	Conocimiento del contenido
<i>Word-pool</i>	0,626	0,411	0,561
Respuesta Abierta	0,720	0,719	0,063
Valor P	0,152	p<0.001***	p<0.001***

*** Significativa $p < 0,001$.

Tabla 5 Análisis por dimensiones de la Pregunta 6.

Finalmente, para las preguntas de **comprensión crítica**, entre respuestas con *word-pool* y respuestas abiertas se observan diferencias significativas entre las respuestas abiertas y las con *word-pool* para todos los ítems. Si se revisan los niveles de

logro de acuerdo a cada uno de los aspectos evaluados (ver tabla 6), se puede observar que en términos de “Desarrollo de tesis”, los estudiantes que respondieron con respuesta abierta, obtuvieron mayor puntaje que quienes lo hicieron a través de *word-pool*. En cuanto a los criterios “argumentos”, y “conectores” los datos muestran, Figura 6, que los estudiantes que respondieron a través de *word-pool* obtuvieron mejores resultados, siendo esta diferencia estadísticamente significativa para ítem de construcción de argumento.

Pregunta	Forma	Tesis	Argumento	Conector
7	D&D	72,8%	78,4%	49,6%
	Abierto	77,7%	33,3%	29,6%
	P-value	0,424	p<0.001***	p<0.001***
8	D&D	63,3%	88,8%	46,4%
	Abierto	82,4%	39,2%	39,2%
	P-value	0,002**	p<0.001***	0,148
9	D&D	56,86%	83,33%	58,82%
	Abierto	88,54%	53,13%	51,56%
	P-value	p<0.001***	p<0.001***	0,106

* Significativa $p < 0,05$. ** Significativa $p < 0,01$. *** Significativa $p < 0,001$.

Tabla 6, Análisis preguntas “armado de argumentos”.

4. Discusión

El test se aplicó con éxito en 230 estudiantes de cuarto y quinto grado. Las bajas tasas de preguntas no respondidas (5.87%) indican que, durante los 45 minutos en promedio que tardó la aplicación del test, el instrumento logró captar y mantener el interés y motivación de los estudiantes. Más aún, las tasas de anulación de respuestas con *word-pool* son cerca de 3 veces más bajas que las de respuesta abierta (2.26% de anulación en *word-pool* vs. 6.54% en respuesta abierta). Este dato señala una ventaja de esta tecnología interactiva.

La pregunta de reorganización (pregunta 4), fue respondida correctamente por un 94,8% de los estudiantes, lo que sugiere que la tarea de comprender y ordenar una secuencia temporal probó ser demasiado sencilla para el nivel de comprensión de los estudiantes. Por esta razón, este ítem no reportó información interesante acerca del pensamiento crítico o las habilidades lecto-escritoras. En cambio, esta pregunta sí permitió comprobar que la herramienta era muy intuitiva y fácil de usar para los estudiantes.

En términos generales, la comparación de respuestas abiertas y de *word-pool* permite concluir que los alumnos obtienen mejores resultados con este segundo modelo de respuesta a medida que la complejidad y demanda cognitiva de las preguntas aumenta. El *word-pool* es un instrumento que los estudiantes usan de manera estratégica para reconstruir el campo semántico de la respuesta (conocimiento del contenido); por esto, las respuestas que implican una mayor demanda sobre la memoria de largo plazo y de trabajo se benefician de este apoyo. En cambio, este instrumento no apoya otras habilidades lingüísticas, como la corrección gramatical. De manera consistente con estos resultados generales, en el análisis detallado de las respuestas, se observó que los alumnos producían siempre respuestas más correctas en términos gramaticales con el modelo de respuesta abierta. Pero el *word-pool* parece ser una

herramienta útil a la hora de proveer información de contexto (conocimiento del contenido), elementos léxicos y recursos lingüísticos sofisticados (conectores).

En este mismo sentido, el hecho de que no existan diferencias entre las preguntas de *word-pool* en comparación con las preguntas abiertas para el grupo de **preguntas de comprensión literal** (Tabla 4), sugiere que el *word-pool* no constituye una herramienta de gran utilidad cuando la tarea representa un desafío menor para el alumno. En efecto, la comparación detallada de estas respuestas muestra que, cuando se trata de construir oraciones simples, los alumnos son mucho más exitosos respondiendo de manera abierta que con *word-pool*, y recurren a elementos léxicos muy similares a los aportados por el pool de palabras.

Los resultados obtenidos para las **preguntas de comprensión inferencial** no muestran diferencias significativas en los logros para la dimensión de *conocimiento discursivo* (Bereiter & Scardamalia, 1992), aunque los logros son ligeramente más altos para las respuestas abiertas que para las de *word-pool*. Estas diferencias pueden deberse a que el *word-pool* impone restricciones a la composición que no interfieren en la respuesta abierta. En cuarto básico, es esperable que los alumnos utilicen estrategias de composición: *decir el conocimiento*, que se sirve de la asociación libre de ideas (Bereiter & Scardamalia, 1992). En este nivel, el *word-pool* prueba ser un obstáculo más que un apoyo a la resolución del problema planteado por la pregunta. En cambio, este sí es un apoyo muy relevante en el *conocimiento de contenido*, lo que sugiere que los alumnos usan el pool de palabras como un apoyo para completar los vacíos en términos de elementos léxicos o como ayuda de memoria para completar tanto conocimientos de mundo como elementos de la lectura.

Las **preguntas de comprensión crítica** muestran diferencias significativas entre los modelos de respuesta para todos los ítemes. Se puede observar que en términos de “Desarrollo de tesis”, los estudiantes que respondieron con respuesta abierta, obtuvieron mayor puntaje que quienes lo hicieron a través de *word-pool*. Esta diferencia

es explicable desde el punto de vista del progreso del marco curricular de lenguaje, pues desde segundo año básico se pone énfasis en el uso de la escritura como medio para “desarrollar la creatividad y expresar sus ideas (Objetivo 12, 2° y 3° básico, Bases Curriculares, Mineduc, 2012). Esto implica que los estudiantes tienen práctica en expresar una idea o posición en textos breves. En cambio, el criterio de “argumentos”, es un objetivo que no aparece desarrollado de manera explícita en las bases de primer ciclo básico. Consecuentemente, los alumnos son menos diestros en el desarrollo de argumentos en respuesta abierta, pero logran identificar argumentos cuando estos se les presentan. Las diferencias en los resultados obtenidos con ambos modelos de respuesta para el uso de conectores es interesante, ya que sugiere que, a pesar de que los alumnos no han adquirido los conectores lógicos, son capaces de usarlos cuando estos se les proveen de manera andamiada (ver detalle en tabla 6).

5. Conclusiones:

La primera pregunta que orientó este estudio fue ¿Cómo puede la tecnología multimedial servir al propósito de medir las habilidades de pensamiento crítico asociadas a la comprensión lectora? Este estudio nos muestra que una plataforma interactiva permite captar la atención de los estudiantes en una tarea de lecto-escritura (Moody, 2010), facilitar la administración de éste, y ser el scaffolding del assestment of critical thinking. Los resultados obtenidos revelan que el instrumento multimedial diseñado permite aislar las habilidades de pensamiento crítico asociadas a la lecto-escritura. Esto respalda las teorías que comprenden el pensamiento crítico como una serie de habilidades que se despliegan de manera situada en un campo o ámbito disciplinar (Facione, 1990; Ennis 1989; McPeck 1981; Bailin, 2002; Merrel, 2003; Willingham, 2008).

La segunda pregunta de investigación que orientó este estudio fue: ¿Cómo influye la tecnología en la medición de las habilidades involucradas en la resolución de

un problema de lecto-escritura? Respecto a las habilidades de pensamiento crítico y lecto-escritura, podemos decir que la comparación del modelo de respuesta del tipo *word-pool* con el modelo de respuesta abierta entrega información relevante acerca de las estrategias desplegadas por los estudiantes en la resolución de problemas de este tipo. Los resultados muestran que las competencias gramaticales son favorecidas por modelos con menos andamiajes y que permiten más libertad de acción, ya que los estudiantes tienen dificultades en lidiar con las restricciones impuestas por el *word-pool*. Por otra parte, se ha mostrado que las pruebas de lecto-escritura requieren de una gran cantidad de recursos de memoria (Kutas & Federmeier, 2000), tanto para suplir elementos de contenido como recursos lógico-lingüísticos aún no dominados por el estudiante (Bereiter & Scardamalia, 1992). En este sentido, el *word-pool* muestra ser un recurso para apoyar este tipo de procesos.

Limitaciones y trabajo futuro

El instrumento desarrollado para medir el pensamiento crítico aplicado a la lecto-escritura, empleando una aplicación multimedial cuenta con algunas limitaciones. La primera de ella consiste en que el conjunto de preguntas no contempla una distribución completamente equilibrada entre las dimensiones del Delphi y las del modelo de Ribeiro, puesto que se dio preeminencia a las preguntas de carácter argumentativo, en desmedro de otras categorías. Esto se hizo con el propósito de dirigir el test hacia los niveles más complejos de asociación entre pensamiento crítico y lecto-escritura, y al mismo tiempo, conservar una extensión moderada para el test completo y, de esta manera, reducir la cantidad de respuestas vacías. Otra limitación, es que la muestra del estudio es limitada y no representativa, por lo que las conclusiones no son generalizables.

De este estudio se desprenden proyecciones de trabajo futuro. El primer paso en el desarrollo de esta investigación consistiría en aplicar este test a una muestra más amplia y diversa. En segundo lugar, sería relevante crear y aplicar tests específicos para las dimensiones que han mostrado hallazgos más interesantes, como el uso de

conectores y la construcción de argumentos. Tests dirigidos específicamente a estos aspectos serían, obviamente, menos informativos acerca de las habilidades de pensamiento crítico de manera global, pero permitirían hacer observaciones respecto a las habilidades y conocimientos lógico-semánticos de los estudiantes y desarrollar herramientas de apoyo pedagógico en base a estos instrumentos de medición.

Anexo



Figura 1: Ejemplo de la plataforma.

¿Acerca de qué hablan el alcalde y el diputado?

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Continuar

Tab q w e r t y u i o p

?123 a s d f g h j k l

z x c v b n m , .

:- / ' -

¿Acerca de qué hablan el alcalde y el diputado?

Continuar

El alcalde y el diputado

donde que el comentan un robo anuncian

ladrón robó banco acerca de de

Figura 2: Pregunta 1 en forma abierta y *word pool*.

¿Qué quiere hacer Martín?

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Continuar

Tab q w e r t y u i o p

?123 a s d f g h j k l

↑ z x c v b n m , . / @

⌘ ⌘

¿Qué quiere hacer Martín?

Continuar

Martín

es posible viajar dar la vuelta a Europa puede viajar probar

apostar supone quiere al mundo 80 días a en

que donde

Figura 3: Pregunta 2 en forma abierta y *word pool*.

¿A qué acuerdo llegan Martín y el Alcalde?

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Continuar

Tab q w e r t y u i o p

?123 a s d f g h j k l

↑ z x c v b n m , . ?

⌘ :- / ' -

¿A qué acuerdo llegan Martín y el Alcalde?

Continuar

Martín y el alcalde

el alcalde logra dar la vuelta juegan acuerdan decidirá el ladrón un millón de pesos

pagará Martín viaja por el mundo en 80 días pues si al

a que mundo

Figura 4: Pregunta 3 en forma abierta y *word pool*.

Ordena los eventos del más antiguo al más reciente:

Continuar

- ▾

- ▾

- ▾



The image contains three cartoon illustrations arranged horizontally. Each illustration is preceded by a small white box with a downward-pointing arrow, indicating a dropdown menu for ordering. The first illustration shows a boy in a dark suit and top hat running towards a group of people. The second illustration shows a boy in a dark suit holding a small white flower, standing next to a fruit stand with a sign of a red apple. The third illustration shows a boy in a dark suit pointing at a boy in a white apron who is standing behind a vegetable stand with a sign of a red apple.

Figura 5: Pregunta 4 en forma de orden cronológico.

Frente a la falla del tren, Martín decide transportarse en un elefante ¿crees que su solución fue correcta? ¿por qué?

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Continuar

Tab q w e r t y u i o p

?123 a s d f g h j k l

↑ z x c v b n m , . / @

⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘

Frente a la falla del tren, Martín decide transportarse en un elefante ¿crees que su solución fue correcta? ¿por qué?

Continuar

Creo que

es una mala idea es una buena idea elefante tren sirve transportarse es más lento

es más rápido esperar el tren avanzar estar detenidos buscar una aventura también el

que para y porque pero

Figura 6: Pregunta 5 en forma abierta y *word pool*.

¿Por qué Martín decide ir en barco a Japón?

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Continuar

Tab q w e r t y u i o p

?123 a s d f g h j k l

↑ z x c v b n m , . / @

⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘

¿Por qué Martín decide ir en barco a Japón?

Continuar

Japón

está muy lejos es una isla es necesario solo se puede atravesar el mar llegar en barco llegar a nado

y pero también por lo tanto

Figura 7: Pregunta 6 en forma abierta y *word pool*.

Ponte en el lugar del capitán, ¿qué deben hacer?

Continuar

Capitán: Yo creo...

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Una o dos razones por las que tu opinión es correcta:

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Tab q w e r t y u i o p

?123 a s d f g h j k l

z x c v b n m , .

;-) / ' -

Ponte en el lugar del capitán, ¿qué deben hacer?

Continuar

El combustible es fundamental para llegar a destino.

Si usamos la madera del barco corremos el riesgo de perderlo.

Si pierdo mi barco perderé mi fuente de trabajo.

Usar la madera del barco es una mala idea.

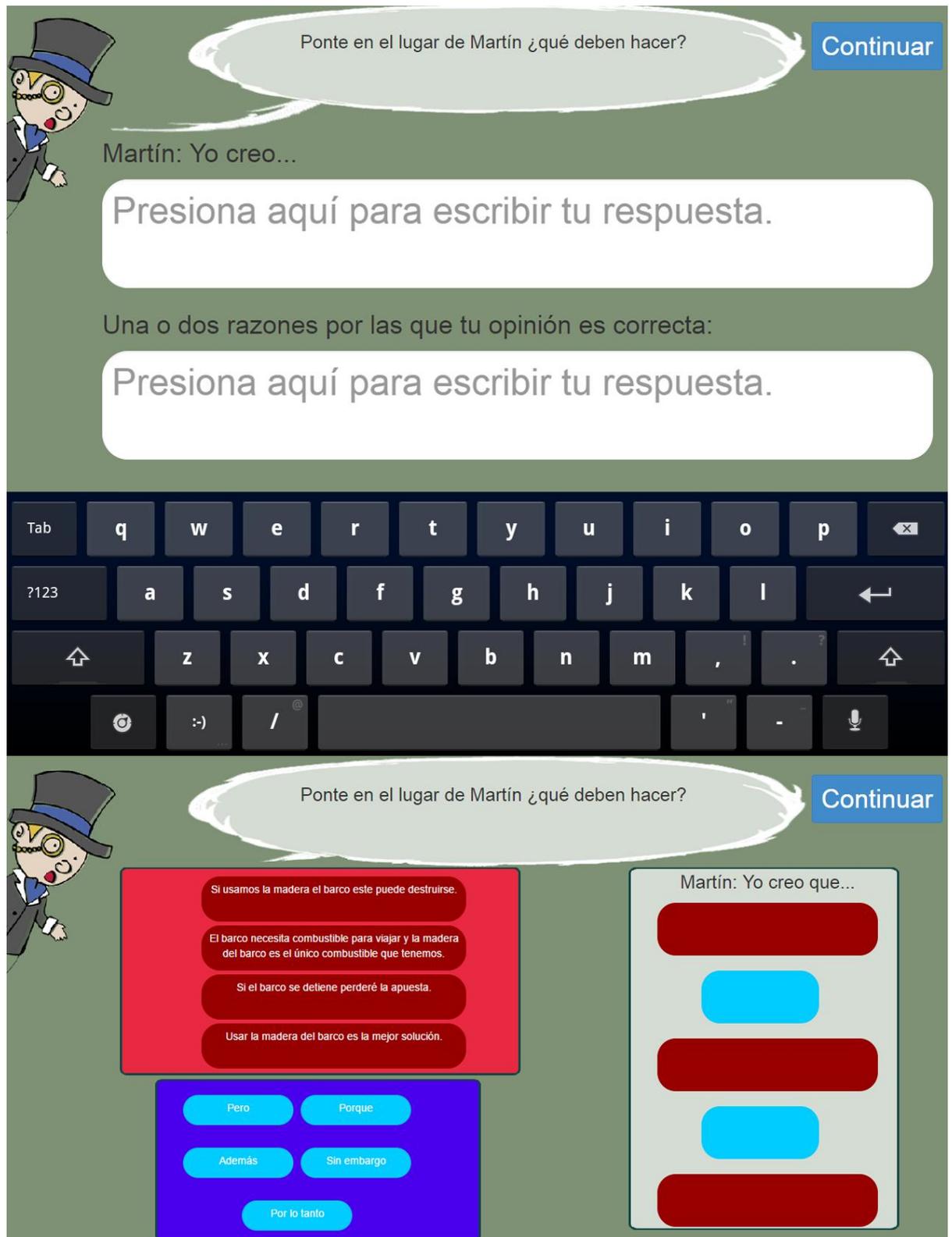
Pero Porque

Además Sin embargo

Por lo tanto

Capitán: Yo creo que...

Figura 8: Pregunta 7 en forma abierta y *word pool*.



Ponte en el lugar de Martín ¿qué deben hacer?

Continuar

Martín: Yo creo...

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Una o dos razones por las que tu opinión es correcta:

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Tab q w e r t y u i o p

?123 a s d f g h j k l

↑ z x c v b n m , . ?

⌂ :~ / ' -

Ponte en el lugar de Martín ¿qué deben hacer?

Continuar

Si usamos la madera el barco este puede destruirse.

El barco necesita combustible para viajar y la madera del barco es el único combustible que tenemos.

Si el barco se detiene perderé la apuesta.

Usar la madera del barco es la mejor solución.

Pero Porque

Además Sin embargo

Por lo tanto

Martín: Yo creo que...

Figura 9: Pregunta 8 en forma abierta y *word pool*.

Martín y el ladrón se hacen amigos, el ladrón ayuda a Martín a llegar a Londres en el tiempo justo. ¿Crees que Martín debería denunciar al ladrón?

Continuar

Yo creo...

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Una o dos razones por las que tu opinión es correcta:

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Tab q w e r t y u i o p

?123 a s d f g h j k l

z x c v b n m , . ?

:-) / @ ' -

Martín y el ladrón se hacen amigos, el ladrón ayuda a Martín a llegar a Londres en el tiempo justo. ¿Crees que Martín debería denunciar al ladrón?

Continuar

Yo creo que...

El ladrón los ayudó a ganar la apuesta. El ladrón ahora es su amigo.

Si Martín no lo denuncia el ladrón seguirá robando otros bancos. Robar es malo.

Es malo acusar a tus amigos. Martín no debe denunciar al ladrón.

Martín debe denunciar al ladrón.

Pero Porque

Además Sin embargo

Por lo tanto

Figura 10: Pregunta 9 en forma abierta y *word pool*.

Bibliografia:

Moody, A. K. (2010). Using electronic books in the classroom to enhance emergent literacy skills in young children. *Journal of Literacy and Technology*, 11(4), 22-52.

Ennis, R. H. (2011), *Critical Thinking Across the Disciplines: Inquiry*, Volume 28, Issue 2, 5-19.

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Hamlett, C. L., & Wang, A. Y. (2015). Is Word-Problem Solving a Form of Text Comprehension?. *Scientific Studies of Reading*, 19(3), 204-223.

Van Eemeren, Frans H., Sally Jackson, and Scott Jacobs. "Argumentation." *Reasonableness and Effectiveness in Argumentative Discourse*. Springer International Publishing, 2015. 3-25.

Kao, G. Y. M., Tsai, C. C., Liu, C. Y., & Yang, C. H. (2016). The effects of high/low interactive electronic storybooks on elementary school students' reading motivation, story comprehension and chromatics concepts. *Computers & Education*, 100, 56-70

Chun, Dorothy, Bryan Smith, and Richard Kern. "Technology in language use, language teaching, and language learning." *The Modern Language Journal* 100.S1 (2016): 64-80.

ANEXO D: PREGUNTAS DISEÑADAS PARA EL INSTRUMENTO

Id de Capítulo	Número de pregunta	Texto Pregunta
1	1	¿Acerca de qué hablan el alcalde y el diputado?
2	1	¿Qué quiere hacer Martín?
3	1	¿A qué acuerdo llegan Martín y el Alcalde?
4	1	Ordena los eventos del más antiguo al más reciente:
5	1	Frente a la falla del tren
6	1	¿Por qué Martín decide ir en barco a Japón?
7	1	Ponte en el lugar del capitán
7	2	Ponte en el lugar de Martín ¿qué deben hacer?
8	1	Martín y el ladrón se hacen amigos

**ANEXO E: INFORMACIÓN DE TABLA RELACIONANDO NÚMERO DE
CAPÍTULO CON NÚMERO DE IMÁGENES**

Id de capítulo	Número de capítulo	Número de imágenes
1	1	6
2	2	3
3	3	2
4	4	17
5	5	9
6	6	5
7	7	27
8	8	15

ANEXO F: CONECTORES DISEÑADOS PARA EL INSTRUMENTO

Id conector	Texto Conector	Id de pregunta
1	El alcalde y el diputado	1
2	donde	1
3	que	1
4	el	1
5	Martín	2
6	es posible	2
7	viajar	2
8	dar la vuelta	2
9	a Europa	2
10	puede	2
11	Martín y el alcalde	3
12	el alcalde	3
13	logra dar la vuelta	3
14	juegan	3
15	acuerdan	3
16	decidirá	3
17	el ladrón	3
18	un millón de pesos	3
19	pagará	3
20	es una mala idea	4
21	es una buena idea	4
22	elefante	4

23	tren	4
24	sirve	4
25	transportarse	4
26	es más lento	4
27	es más rápido	4
28	esperar el tren	4
29	avanzar	4
30	estar detenidos	4
31	Creo que	5
32	es una mala idea	5
33	es una buena idea	5
34	elefante	5
35	tren	5
36	sirve	5
37	Japón	6
38	está muy lejos	6
39	es una isla	6
40	es necesario	6
41	solo se puede	6
42	atravesar el mar	6
43	llegar en barco	6
44	llegar a nado	6
45	y	6
46	pero	6

47	también	6
48	por lo tanto	6
49	y	8
50	están adelante	8
51	Porque	9
52	también	9
53	hacia allá	9
54	hacia Estados Unidos	9
55	Marti	9
56	va	9
57	viajar	2
58	probar	2
59	apostar	2
60	supone	2
61	quiere	2
62	comentan	1
63	un	1
64	robo	1
65	anuncian	1
66	ladrón	1
67	robó	1
68	banco	1
69	acerca de	1
70	Martín	3

71	viaja por el mundo	3
72	transportarse	5
73	es más lento	5
74	es más rápido	5
75	esperar el tren	5
76	avanzar	5
77	estar detenidos	5
78	buscar una aventura	5
79	un	5
80	el	5
81	al mundo	2
82	80 días	2
83	a	2
84	en	2
85	que	2
86	donde	2
87	en 80 días	3
88	pues	3
89	si	3
90	al	3
91	a	3
92	que	3
93	que	5
94	para	5

95	y	5
96	porque	5
97	pero	5
98	también	5
99	de	1
100	mundo	3

ANEXO G: FIGURAS

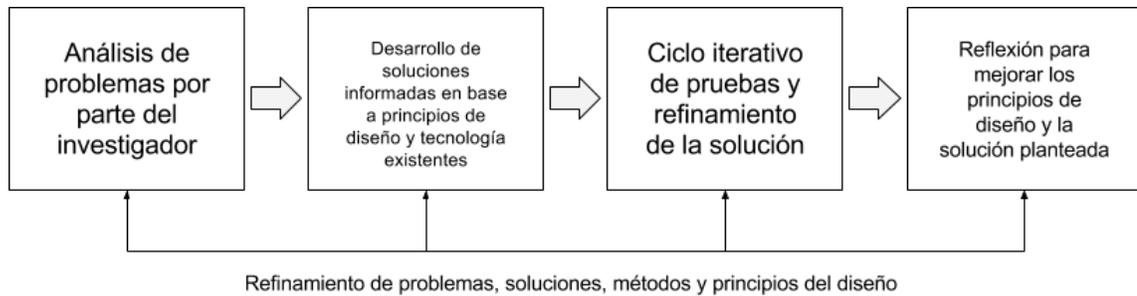


Figura 2-1: Etapas del DBR. (Reeves, 2006)



Figura 3-1: Versión inicial de la herramienta, con alternativas disfrazadas

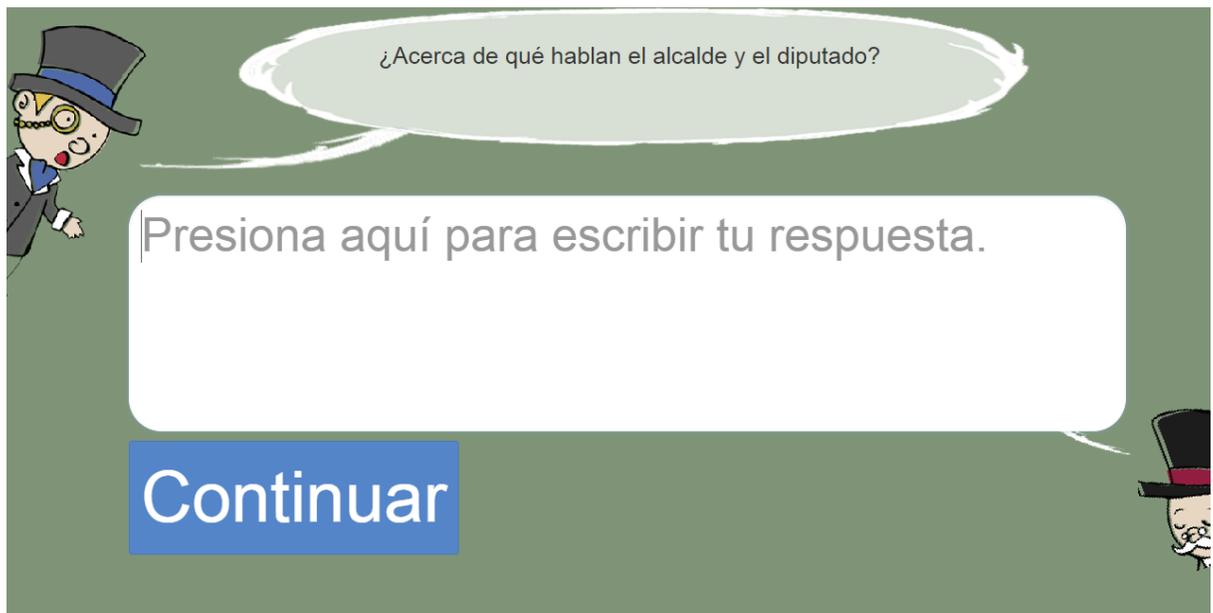


Figura 3-2: Versión de respuesta de texto abierto de la herramienta



Figura 3-3: Versión inicial del sistema de argumentación



Figura 3-4: Zonas versión inicial del argumentador



Figura 3-5: Argumentador luego de arrastrar elementos

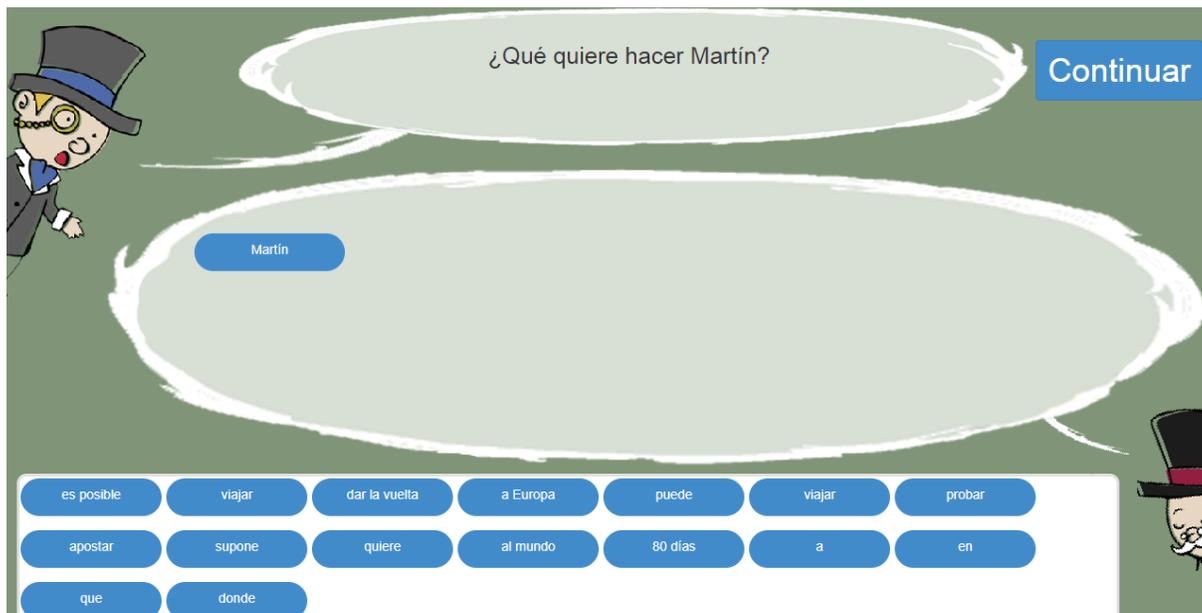


Figura 3-6: Segunda versión del sistema de argumentación



Figura 3-7: Zonas segunda versión del sistema de argumentación



Figura 3-8: Arrastrando un conector a la zona de respuesta

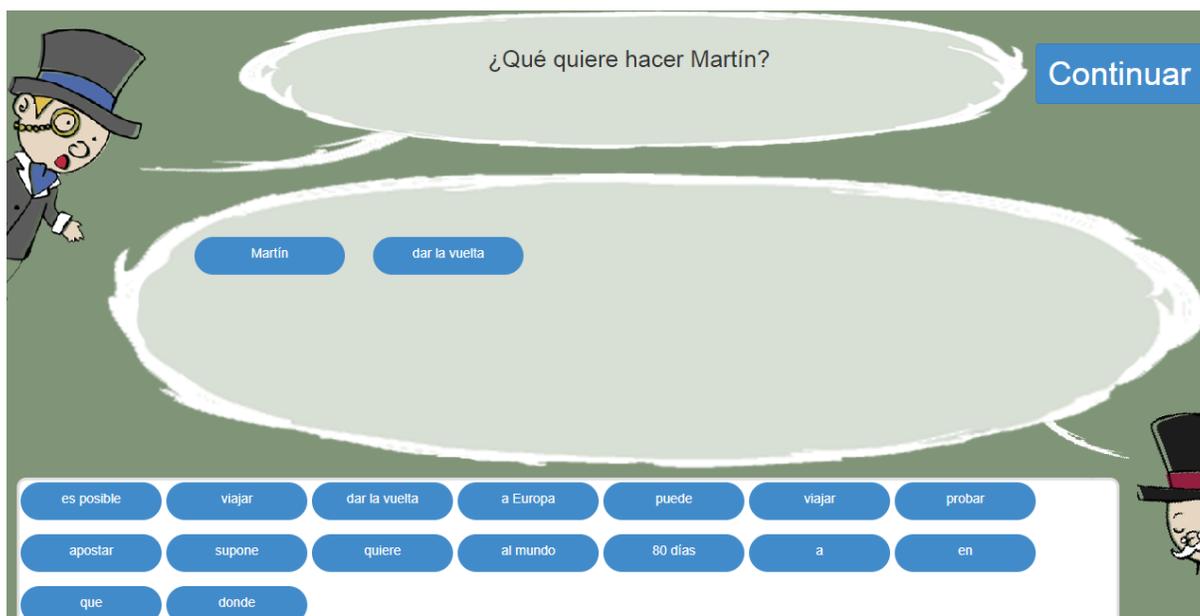


Figura 3-9: Luego de soltar el conector sobre la zona de respuesta

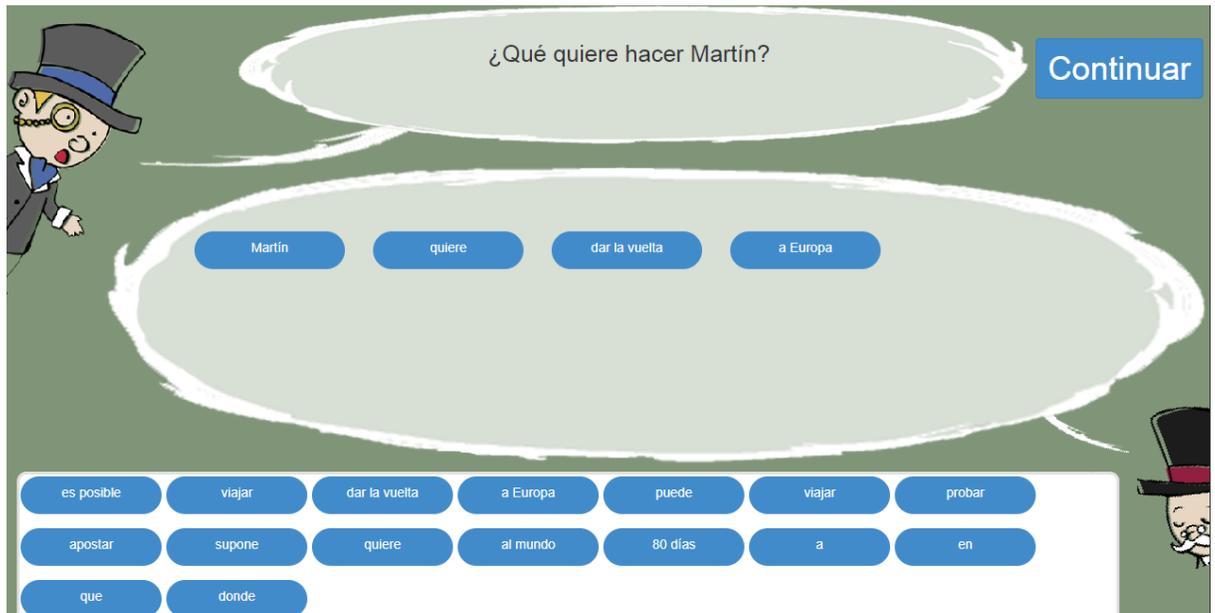


Figura 3-10: Interfaz al tener un elemento no deseado



Figura 3-11: Presionando el elemento no deseado

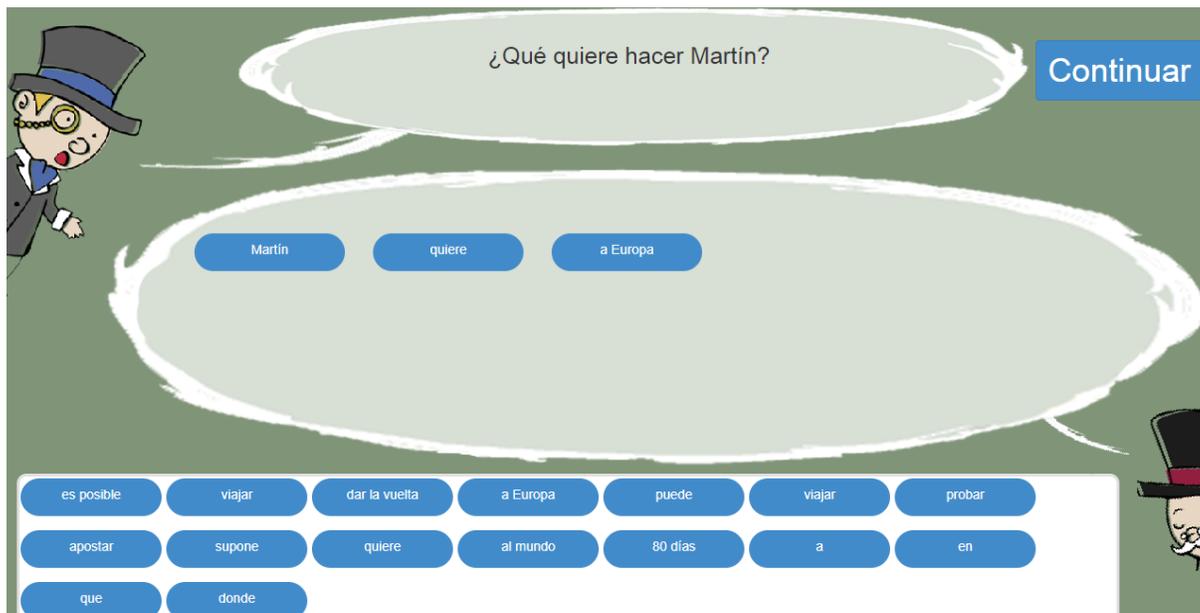


Figura 3-12: Luego de presionar el elemento no deseado, este es removido

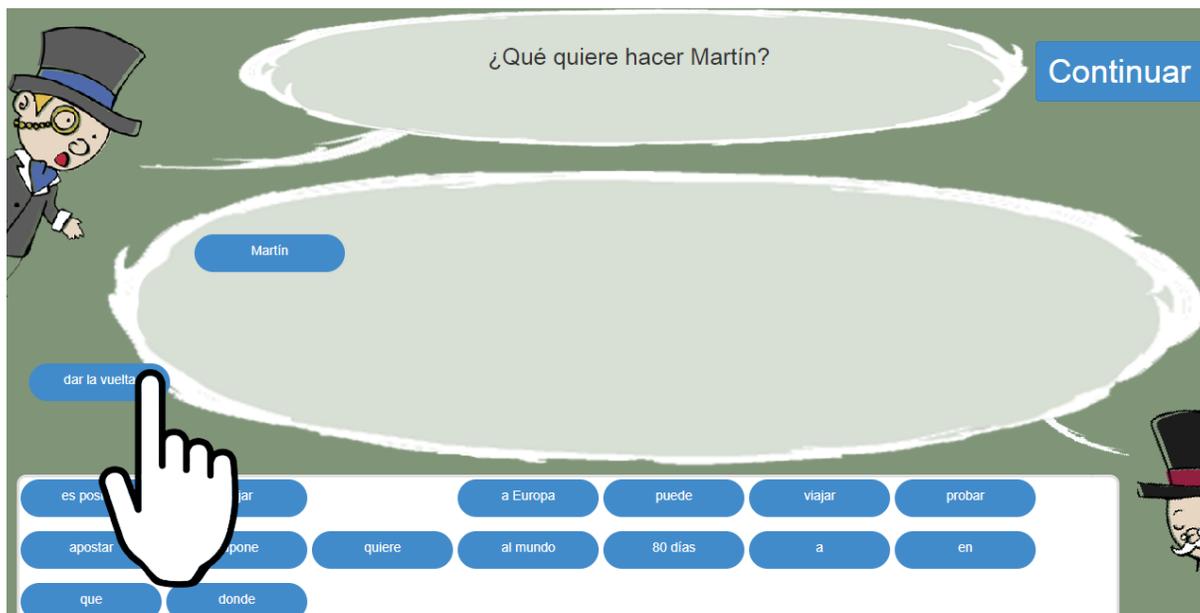


Figura 3-13: Arrastrando un elemento a una zona inválida

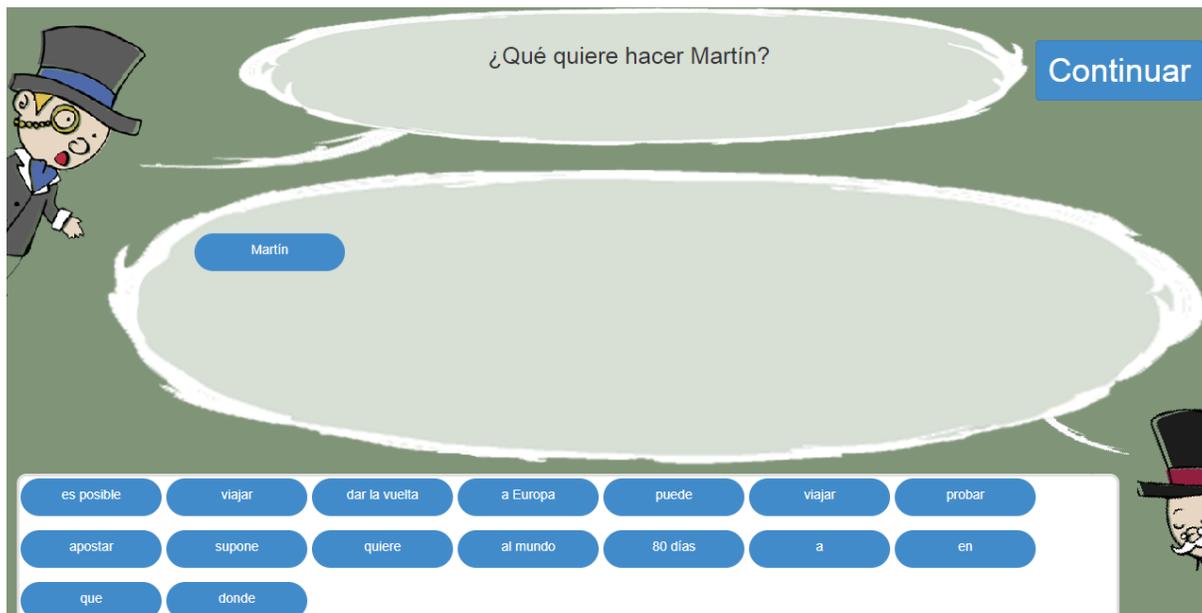


Figura 3-14: Luego de soltar el elemento en una zona inválida

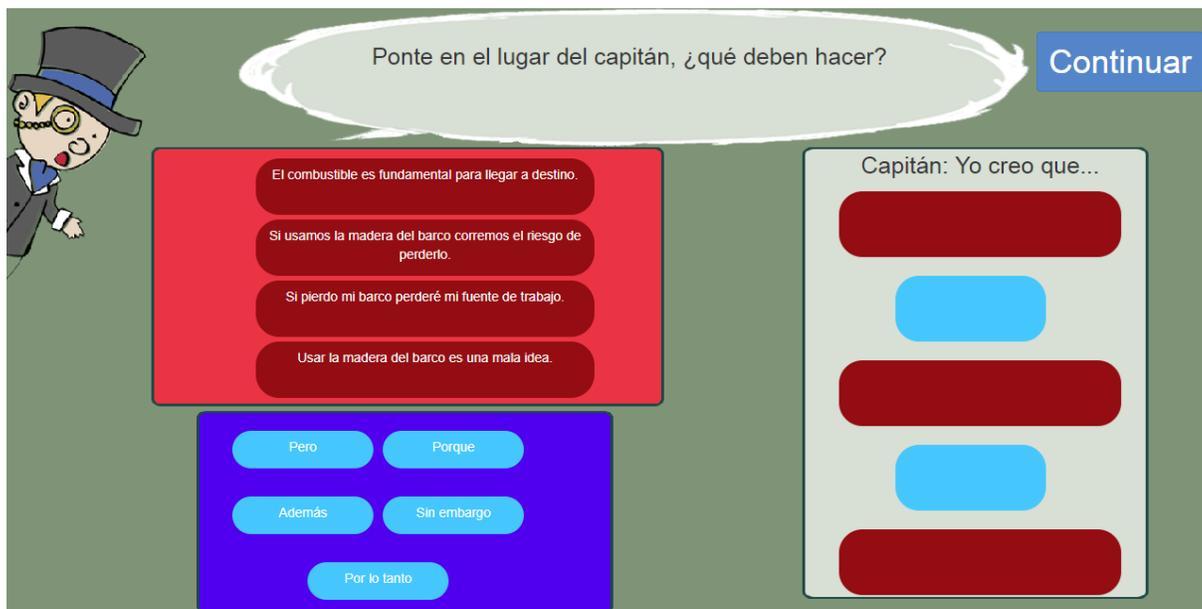


Figura 3-15: Segundo tipo de la herramienta de argumentación

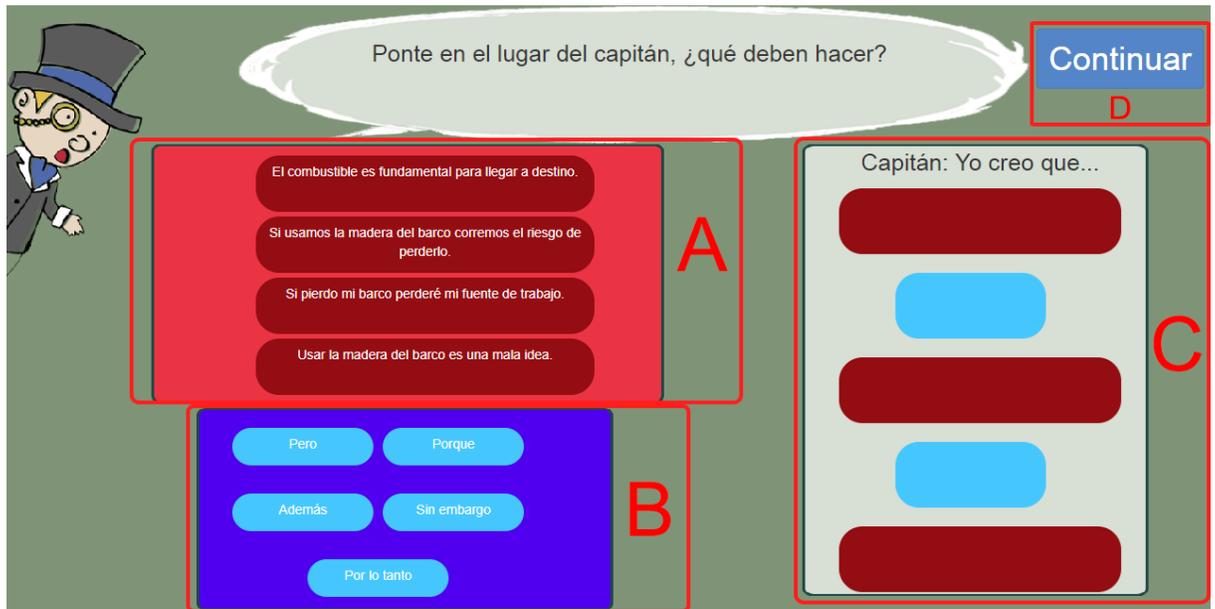


Figura 3-16: Zonas del segundo tipo de la herramienta de argumentación

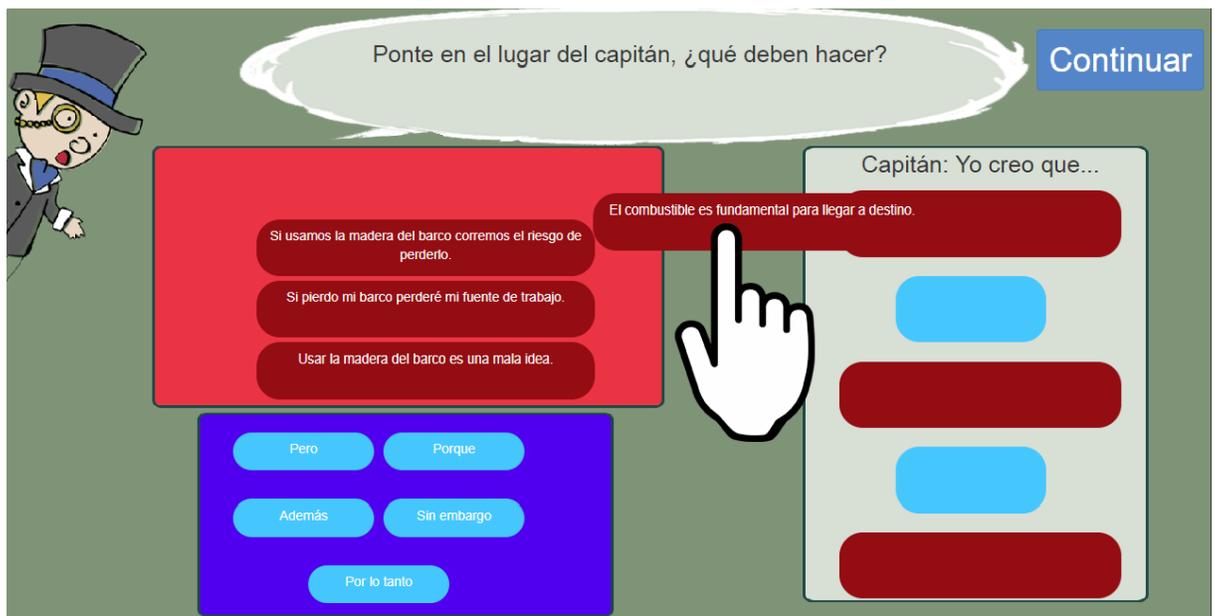


Figura 3-17: Arrastrar un elemento rojo a una casilla roja

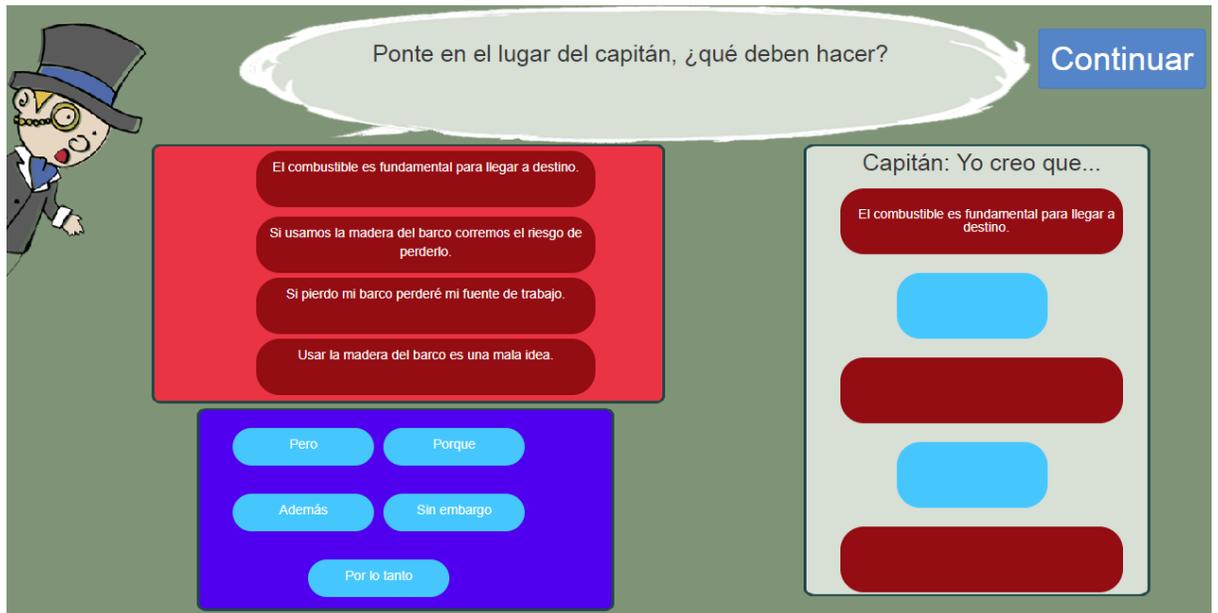


Figura 3-18: Juego de soltar un elemento rojo en una casilla roja



Figura 3-19: Arrastrar un elemento azul a una casilla azul

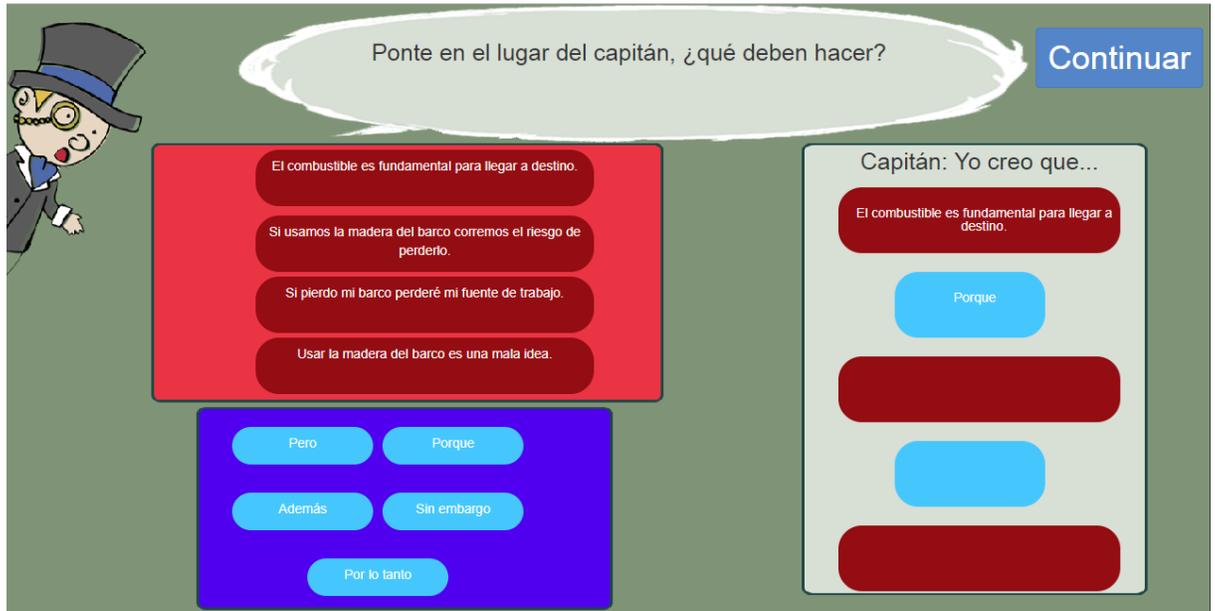


Figura 3-20: Elemento azul soltado sobre casilla azul

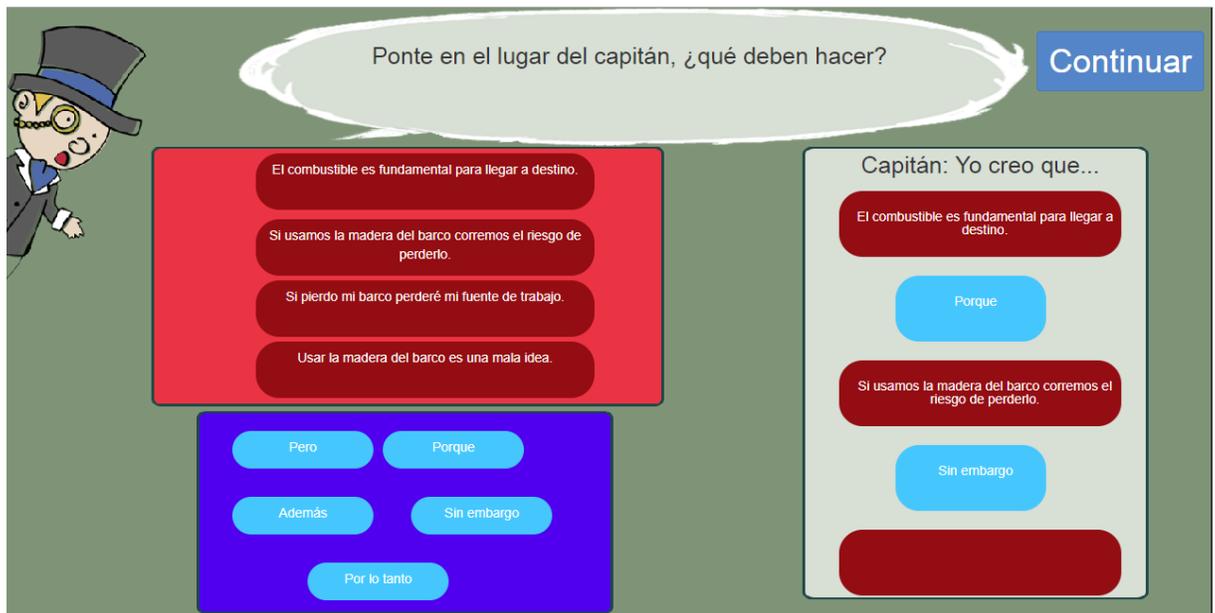


Figura 3-21: Elementos completados

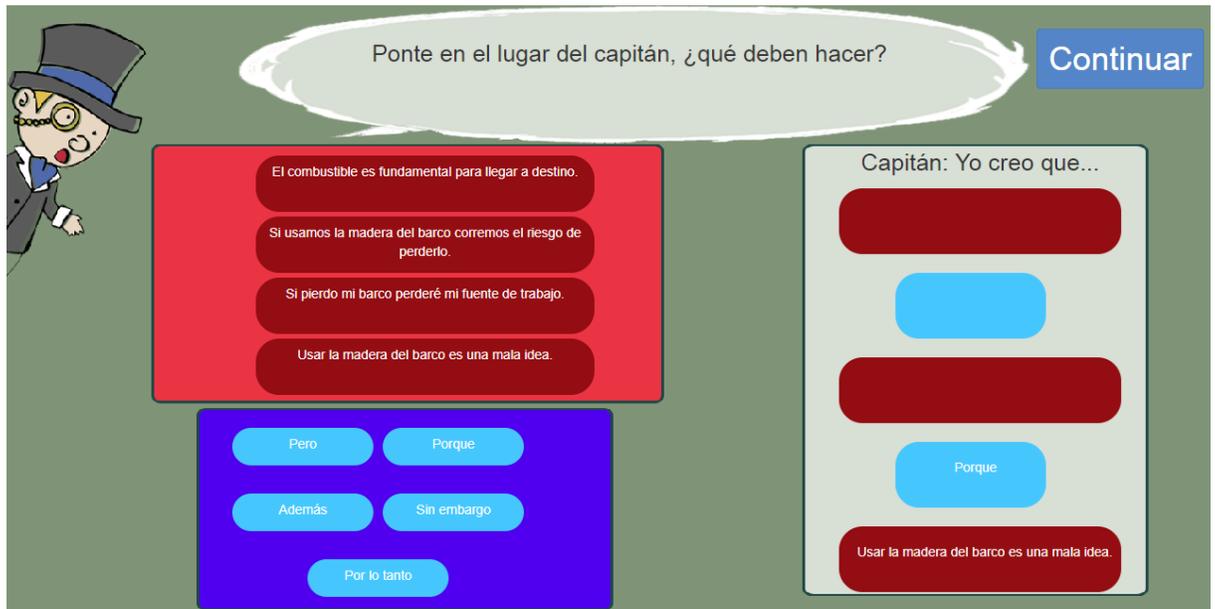


Figura 3-22: Alternativa de orden al completar elementos

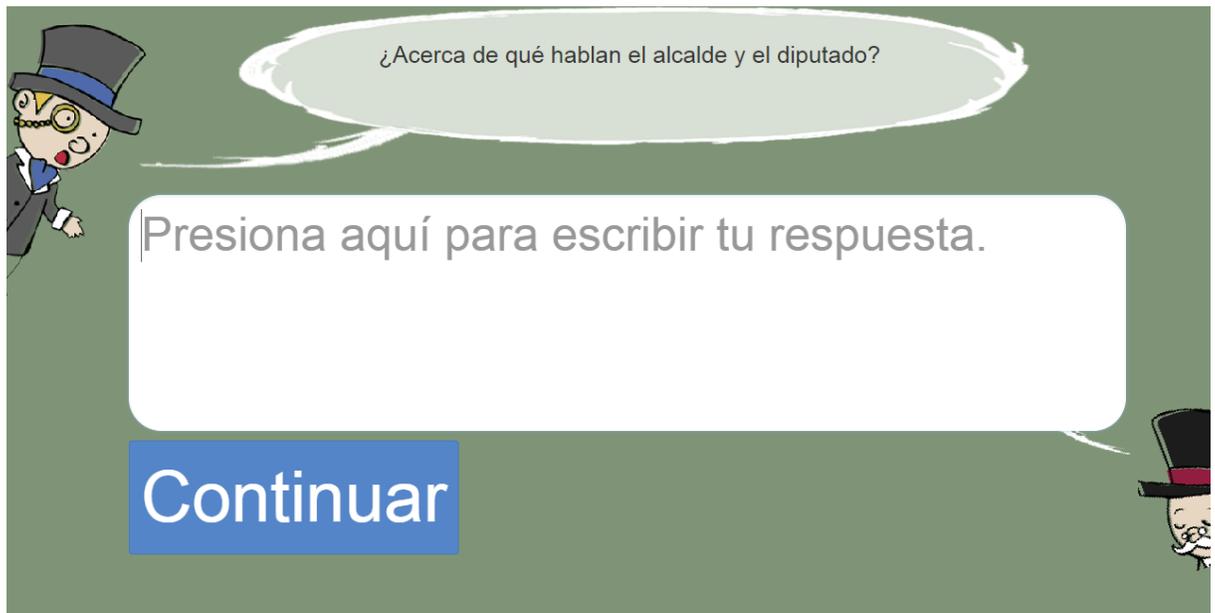
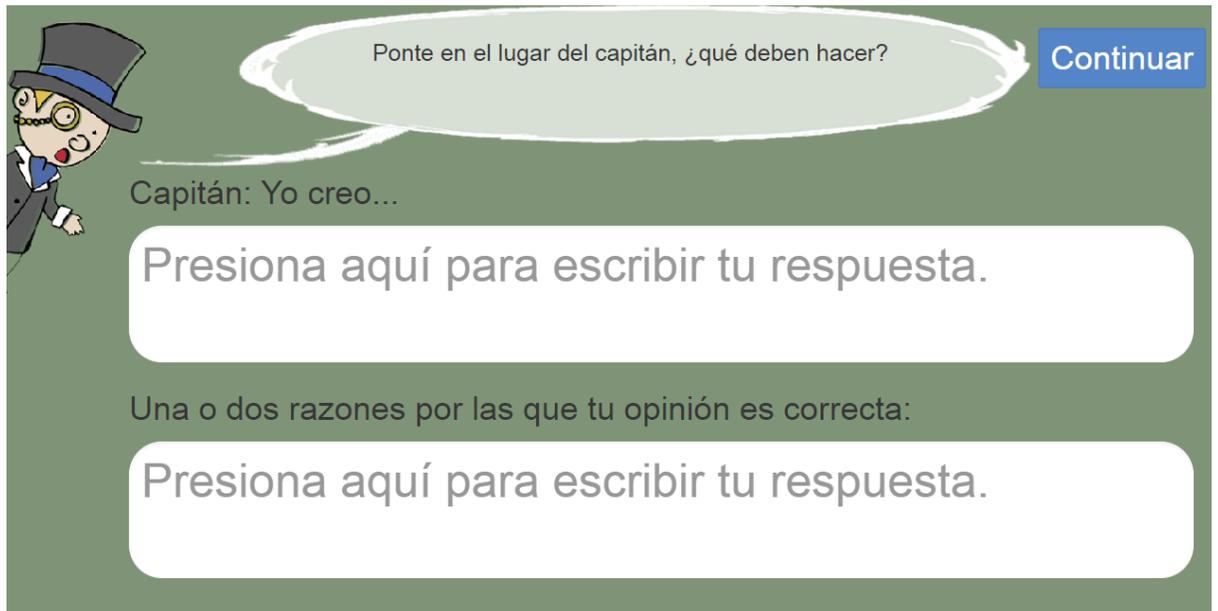


Figura 3-23: Tipo de pregunta, respuesta abierta



Ponte en el lugar del capitán, ¿qué deben hacer?

Continuar

Capitán: Yo creo...

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Una o dos razones por las que tu opinión es correcta:

Presiona aquí para escribir tu respuesta.

Figura 3-24: Tipo de pregunta, respuesta abierta con doble cuadro de texto



Ordena los eventos del más antiguo al más reciente:

Continuar

- ▾

- ▾

- ▾

The interface displays three cartoon illustrations for ordering. The first shows a group of people in a town square. The second shows a man holding a sign with an apple in front of a crowd. The third shows a man at a market stall with a sign featuring an apple, with another man pointing towards him.

Figura 3-25: Tipo de pregunta, orden cronológico



Figura 3-26: Tipo de pregunta, orden cronológico, un ejemplo de respuesta

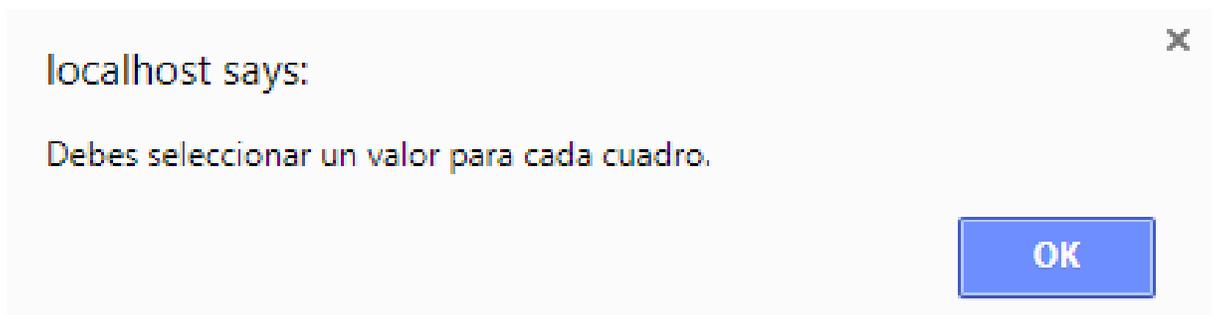


Figura 3-27: Error al no seleccionar un número en cada casilla

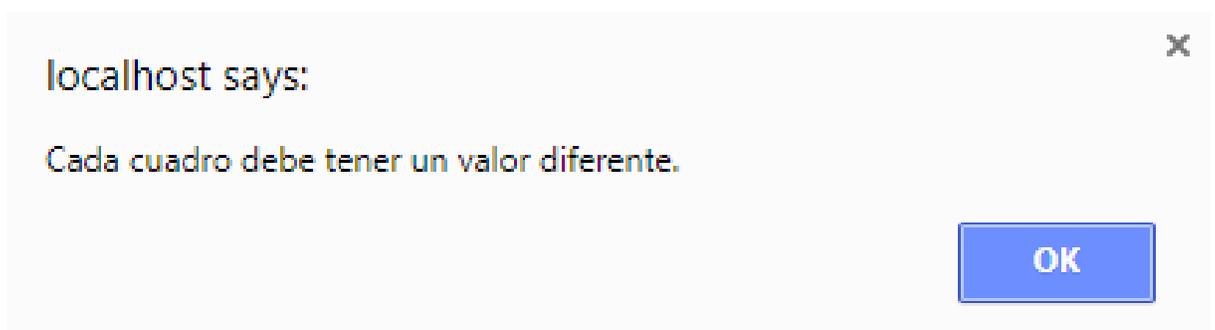


Figura 3-28: Error al repetir números en orden cronológico



Figura 3-29: Vista de la interfaz de historia



Figura 3-30: Vista al final del capítulo, con final falso



Figura 3-31: Zona del final falso



Figura 3-32: Pantalla de bienvenida



Figura 3-33: Pantalla final



Figura 4-1: Arquitectura de software del instrumento



Figura 4-2: Movimiento del dedo hacia la derecha

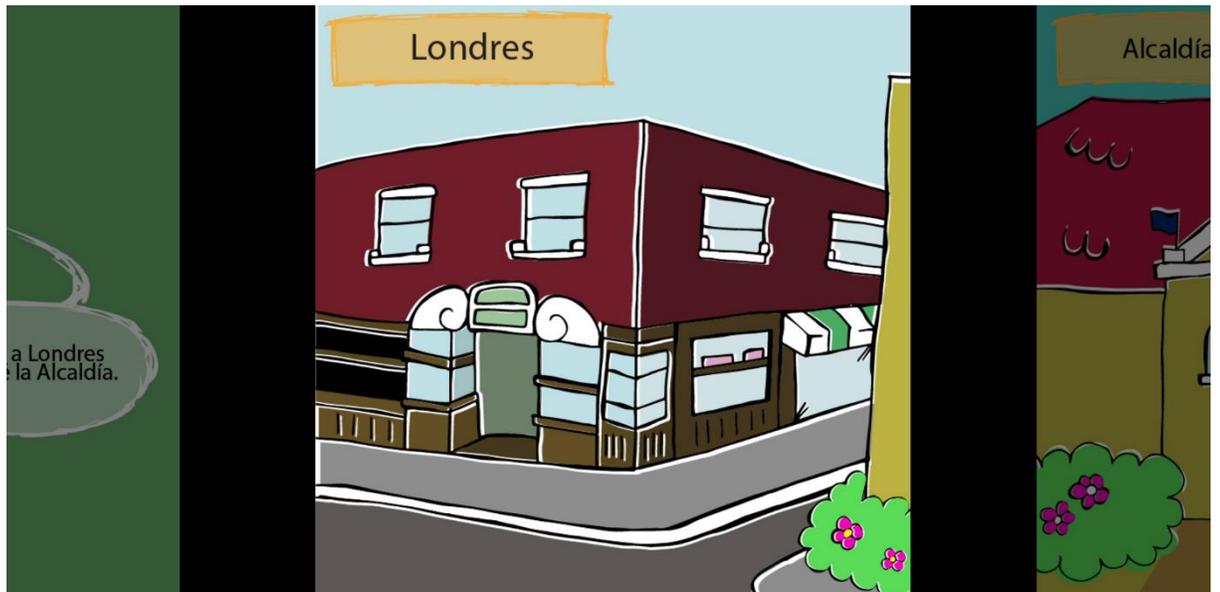


Figura 4-3: Interfaz luego de deslizar el dedo hacia la derecha



Figura 4-4: Movimiento del dedo hacia la izquierda

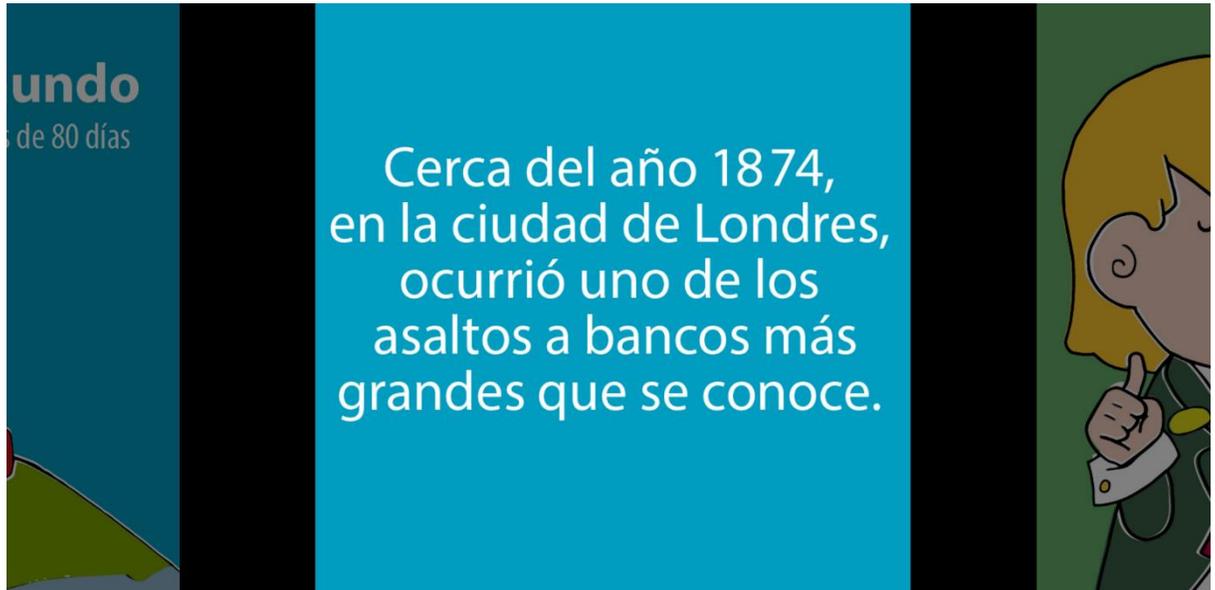


Figura 4-5: Interfaz luego de deslizar el dedo hacia la izquierda

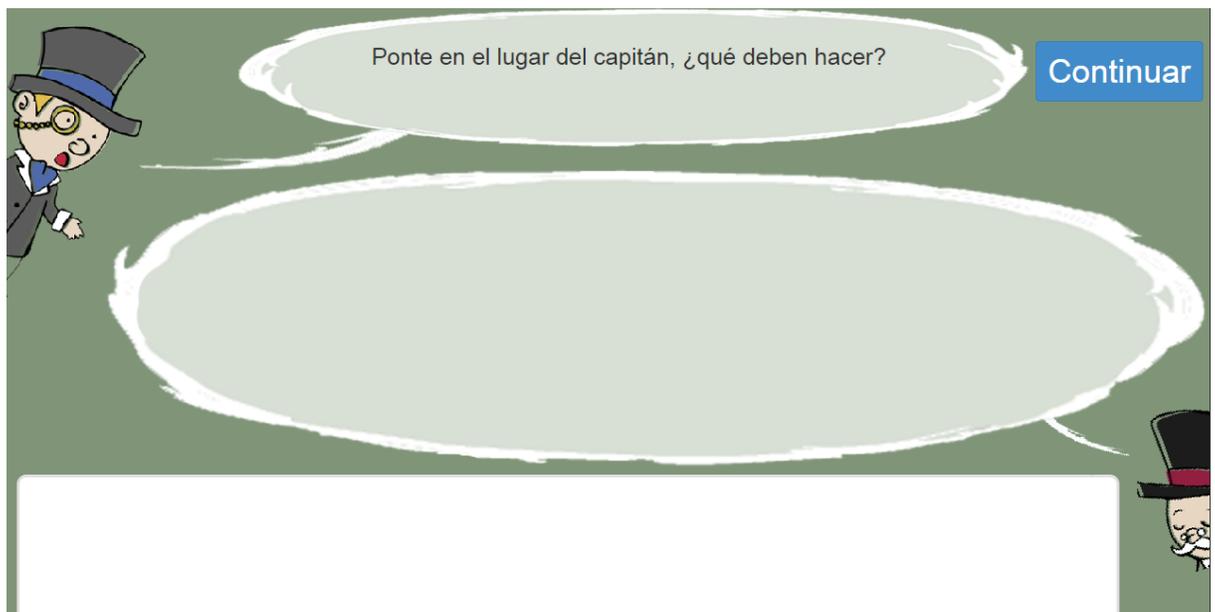


Figura 4-6: Template inicial con el texto de ejemplo

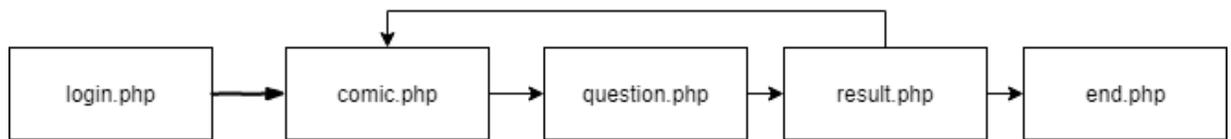


Figura 4-7: Flujo que sigue un alumno a través de los archivos de la herramienta

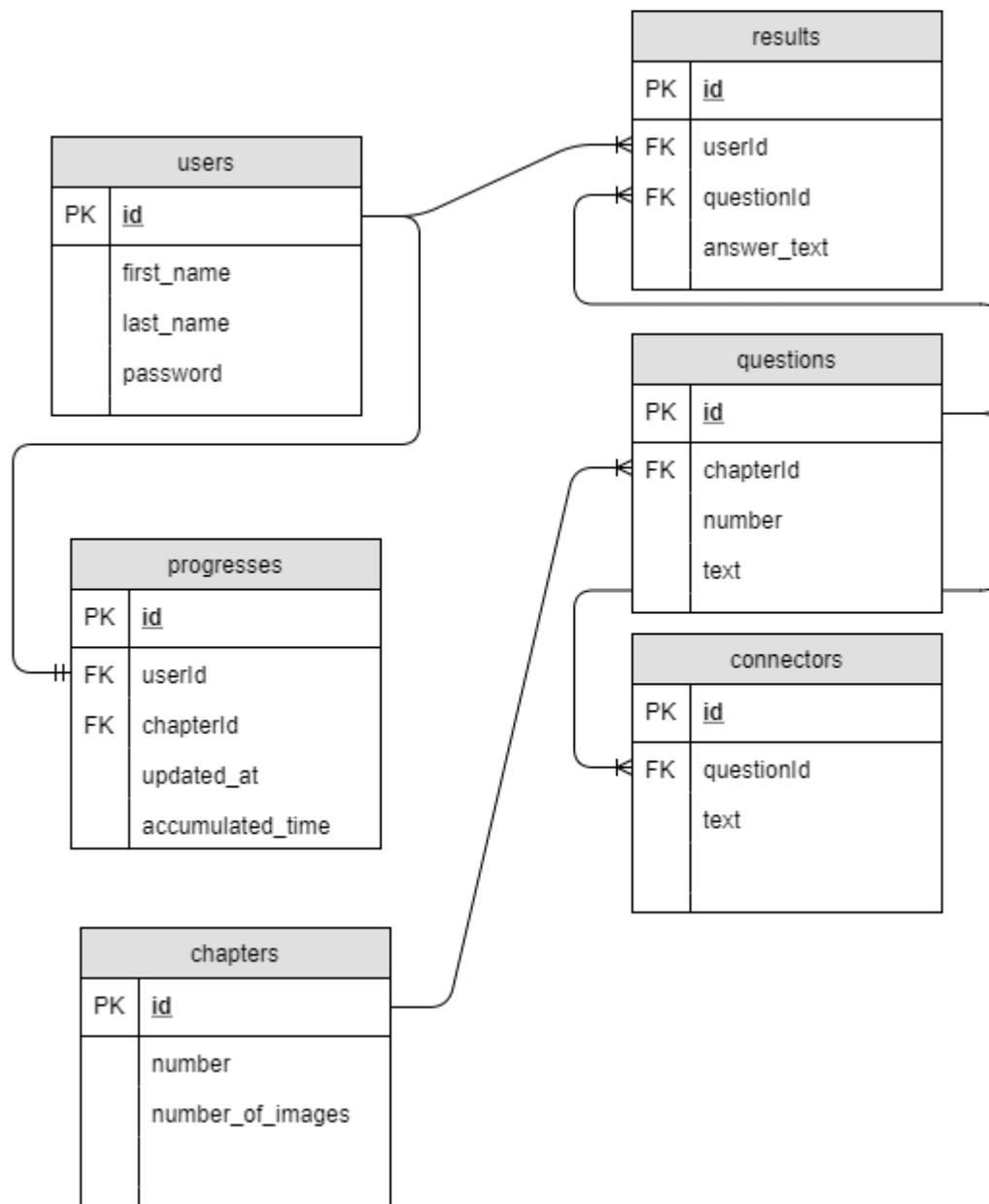


Figura 4-8: Estructura de la Base de Datos



Figura 5-1: Estructuración de las mesas de trabajo



Figura 5-2: Ubicación de los guías de la aplicación

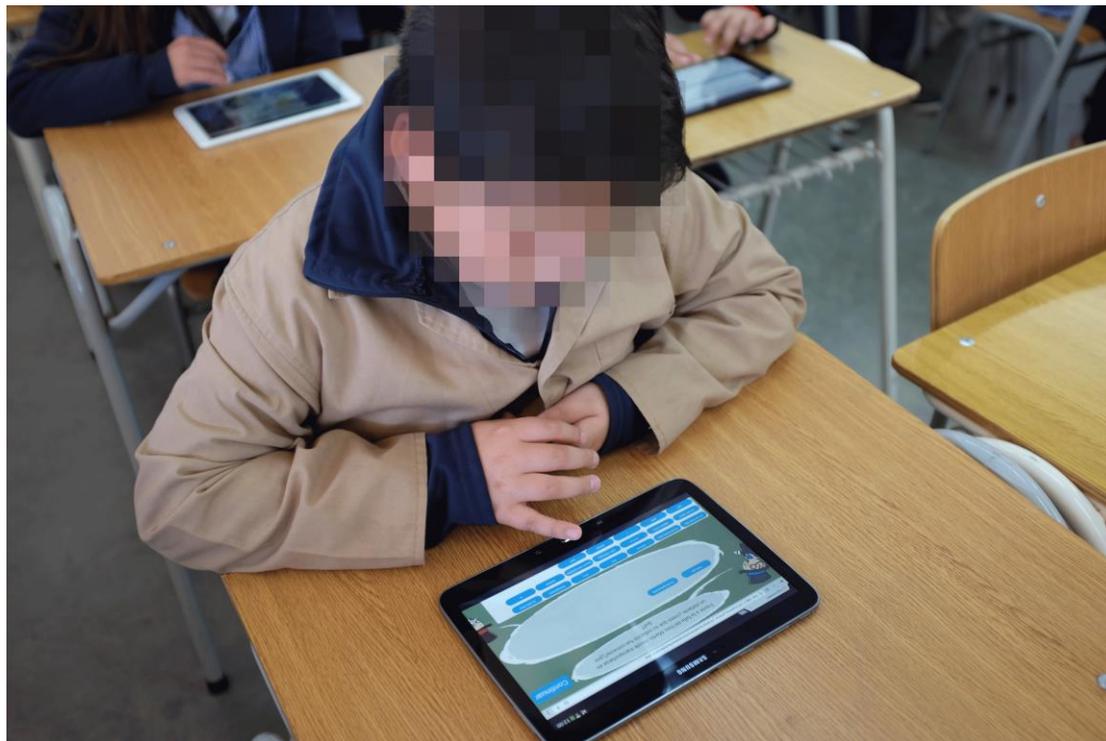


Figura 5-3: Alumno utilizando la herramienta



Figura 5-4: Alumnos separados en mesas distintas para la evaluación

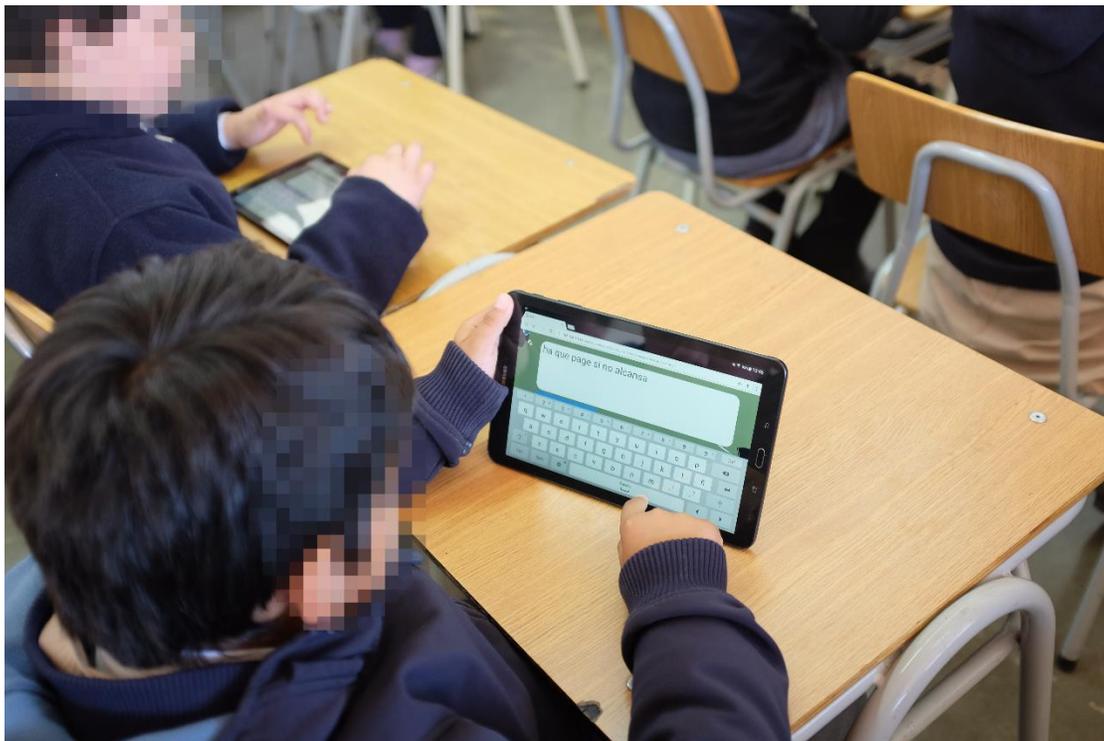


Figura 5-5: Alumno utilizando la aplicación con botones ocultos



Figura 5-6: Tutores respondiendo consultas de alumnos



Figura 5-7: Tutores pendientes de consultas