



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERIA

**DISEÑO DE UN TEST INTERACTIVO  
PARA MEDIR EL NIVEL DE  
PENSAMIENTO CRÍTICO EN EL ÁREA  
DEL RAZONAMIENTO LÓGICO-  
MATEMÁTICO PARA NIÑOS DE 9 A 12  
AÑOS**

**FELIPE IGNACIO LÓPEZ ROJAS**

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

Profesor Supervisor:  
**MIGUEL NUSSBAUM**

Santiago de Chile, agosto 2017

© 2017, Felipe Ignacio López Rojas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERIA

**DISEÑO DE UN TEST INTERACTIVO  
PARA MEDIR EL NIVEL DE PENSAMIENTO  
CRÍTICO EN EL ÁREA DEL  
RAZONAMIENTO LÓGICO-MATEMÁTICO  
PARA NIÑOS DE 9 A 12 AÑOS**

**FELIPE IGNACIO LÓPEZ ROJAS**

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

**MIGUEL NUSSBAUM**

**ALEJANDRO WOYWOOD**

**PABLO CHIUMINATTO**

**GONZALO CORTÁZAR**

Para completar las exigencias del grado de

Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, agosto, 2017

A mi familia y polola, que con su amor y cariño me hicieron la persona que soy.

## **AGRADECIMIENTOS**

El otro día sacaba la cuenta que llevo 8 años en la universidad. Este viernes 18 de agosto se termina este ciclo tan importante en mi vida, y a pesar de no ser alguien propenso a expresarse de forma escrita quiero aprovechar este pequeño espacio para dedicar unas palabras.

Un homenaje a mi mamá y papá. Ellos son la razón de por qué puedo estar terminando esta etapa. Me enseñaron a querer y respetar. Me dieron los valores que me hacen ser quien soy. Estoy orgulloso de mí y es solo gracias a ellos.

Un reconocimiento a mi familia, que es ese espacio acogedor donde uno se resguarda en momentos de crisis.

Un mensaje de amor a Isidora, que en casi tres años se ha convertido en piedra angular de mi vida. Parte fundamental de todos los días que han pasado y que vendrán. Has estado en todas con tu amor infinito, no sabes cuánto lo agradezco.

A mis amigos, que simplemente pucha que los quiero.

Y por último a Lukas, que hacía la doble labor de acompañarme al dormir en mi cama mientras escribía esta tesis y también me obligaba a darme un descanso cuando me pedía salir a pasear.

A todos ustedes, gracias, gracias y miles millones de gracias.

## INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE TABLAS .....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. PENSAMIENTO CRÍTICO: MOTIVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN .....	6
3.1 El pensamiento crítico en la educación.....	7
3.2 Definición del pensamiento crítico .....	8
3.3 Transferibilidad versus especificidad de dominio.....	10
3.4 Pensamiento crítico en el dominio del razonamiento lógico matemático	11
4. MODELO DE EVALUACIÓN Y CREACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DEL PENSAMIENTO CRÍTICO .....	13

4.1	Reporte Delphi: En qué consiste y por qué se eligió. ....	13
4.2	Procedularización del Reporte Delphi: Creación de un modelo de evaluación a partir del Reporte.....	14
4.3	Sujeto del estudio .....	16
4.4	Instrumento de evaluación .....	17
4.4.1	Cómic Interactivo .....	18
4.4.2	“The Critical Thinking Game” .....	20
5.	DISEÑO DE <i>SOFTWARE</i> DEL INSTRUMENTO.....	21
5.1	Ambiente operacional .....	21
5.2	Justificación de la tecnología .....	21
5.3	Especificaciones del <i>software</i> .....	22
5.3.1	Usuarios .....	22
5.3.2	Actividades de los usuarios .....	23
5.3.3	Requerimientos Funcionales y No Funcionales .....	24
5.3.4	Casos de uso .....	34
5.4	Arquitectura del Sistema .....	37
5.5	Red local.....	38
6.	USABILIDAD.....	39
6.1	Descripción del <i>test</i> .....	40
6.2	Resultados <i>test</i> de usabilidad .....	42

6.3	Lecciones de las iteraciones del <i>design based research</i> .....	43
7.	VALIDACIÓN Y RESULTADOS .....	46
7.1	Trabajo experimental .....	46
7.2	Experiencia del usuario .....	47
7.2.1	Tareas.....	48
7.2.2	Caracterización del usuario.....	48
7.2.3	Metáforas .....	52
7.2.4	<i>Workflow</i> de Actividades .....	55
7.2.5	Análisis del entorno .....	57
7.3	Análisis Estadístico .....	58
8.	CONCLUSIONES .....	61
	BIBLIOGRAFÍA .....	66
	ANEXO A: Indicadores por sub-habilidad.....	71
	ANEXO B: Prueba Inicial.....	72
	ANEXO C: Incorporación de indicadores en el instrumento.....	77
	ANEXO D: <i>Test</i> de usabilidad.....	99
	ANEXO E: <i>Workflow</i> de actividades del sistema.....	106
	ANEXO F: Análisis por actividad .....	107
	Análisis por actividad Juego 1 .....	107
	Análisis por actividad Juego 2 .....	107

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 4-1: Habilidades nucleares del pensamiento crítico y sus sub-habilidades según el Reporte Delphi .....	15
Tabla 5-1: Actividad de usuario 1 .....	23
Tabla 5-2: Actividad de usuario 2 .....	23
Tabla 5-3: Actividad de usuario 3 .....	23
Tabla 5-4: Actividad de usuario 4 .....	24
Tabla 5-5: Actividad de usuario 5 .....	24
Tabla 5-6: Actividad de usuario 6 .....	24
Tabla 5-7: Requerimiento funcional 1 .....	25
Tabla 5-8: Requerimiento funcional 2 .....	25
Tabla 5-9: Requerimiento funcional 3 .....	25
Tabla 5-10 : Requerimiento funcional 4.....	26
Tabla 5-11: Requerimiento funcional 5.....	26
Tabla 5-12: Requerimiento funcional 6.....	27
Table 5-13: Requerimiento funcional 7.....	27
Tabla 5-14 : Requerimiento funcional 8.....	28

Tabla 5-15: Requerimiento funcional 9.....	28
Tabla 5-16: Requerimiento funcional 10.....	29
Tabla 5-17: Requerimiento funcional 11.....	29
Table 5-18: Requerimiento funcional 12.....	30
Tabla 5-19: Requerimiento funcional 13.....	30
Tabla 5-20: Requerimiento funcional 14.....	31
Tabla 5-21: Requerimiento funcional 15.....	31
Table 5-22: Requerimiento funcional 16.....	32
Tabla 5-23: Requerimiento no funcional 1.....	32
Tabla 5-24: Requerimiento no funcional 2.....	32
Tabla 5-25: Requerimiento no funcional 3.....	33
Tabla 5-26: Requerimiento no funcional 4.....	33
Tabla 5-27: Requerimiento no funcional 5.....	33
Tabla 5-28: Requerimiento no funcional 6.....	34
Tabla 5-29: Caso de uso 1 .....	34
Tabla 5-30: Caso de uso 2 .....	35
Tabla 5-31: Caso de uso 3 .....	35
Tabla 5-32: Caso de uso 4 .....	36

Tabla 5-33: Caso de uso 5 .....	36
Tabla 5-34: Caso de uso 6 .....	37
Tabla 6-1: Ejemplo de análisis de usabilidad de una de las tareas del sistema....	41
Table 6-2: Resultados test de usabilidad .....	43
Table 7-1: Nivel de entrega de información de uso del sistema y respuesta del usuario por juego .....	49
Tabla 7-2: Media de los resultados por colegio y por juego .....	59
Tabla 7-3: Desviación estándar de los resultados por colegio y por juego .....	59
Tabla 7-4: Alfa de Cronbach de ambos juegos .....	60

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1: Diagrama de la metodología de investigación .....	3
Figura 4-1: Ejemplo "Encontrar al Distinto" .....	18
Figura 5-1: Arquitectura del sistema .....	38
Figura 7-1: Flechas de navegación, .....	52
Figura 7-2: Volver a escuchar sonido .....	53
Figura 7-3: Metáfora con botón sin apretar y apretado .....	53
Figura 7-4: Ejemplo "drag and drop" en el mini-juego Determinar peso .....	54
Figura 7-5: Uso de pala en la metáfora para el botón de cavar .....	54
Figura 7-6: Uso de goma en la metáfora para el botón de borrar .....	55

## RESUMEN

En el año 2002 se fundó la Asociación para el Aprendizaje del siglo 21, grupo multidisciplinario que identificó y determinó qué habilidades y contenidos un ciudadano del siglo 21 debe manejar esencialmente. Entre las habilidades acordadas se encuentra el pensamiento crítico. Varios expertos coinciden en la importancia de desarrollar el pensamiento crítico en el aprendizaje de los alumnos. Incluso, a nivel de currículum en educación se aborda como un objetivo. Surge entonces la inquietud de poder diseñar un instrumento de medición del pensamiento crítico, enfocado en el área del razonamiento lógico matemático. Para elaborarlo, se tomó como base al Reporte Delphi (Facione, 1990). Este es un esfuerzo mancomunado entre varios expertos del tema por definir al pensamiento crítico como concepto, y sirvió para crear veinticuatro indicadores que componen al modelo de evaluación del instrumento.

El instrumento elaborado consiste en cuatro mini-juegos unidos por una narrativa en común que se montó en una plataforma *web*. Los indicadores se miden como preguntas y actividades en torno a estos mini-juegos. La adición de la narrativa provocó la necesidad de evaluar si es que esta podía afectar el desempeño de los estudiantes en el *test*. Por lo mismo, se elaboraron dos juegos con distinta narrativa, pero igual forma de medir cada indicador. Se siguió una metodología del *design based research* en conjunto a análisis de usabilidad para crear el instrumento. Para validarlo, se hizo un análisis de experiencia del usuario en conjunto con un análisis estadístico en tres colegios con distinto nivel socioeconómico y con un total de 179 estudiantes. El alfa de Cronbach de este análisis fue de 0,6 y se observaron diferencias de acuerdo al NSE de cada colegio. La experiencia del usuario demostró un efecto de la narrativa en los juegos provocada por el entorno cultural de los estudiantes.

Esta tesis contó con el apoyo del Proyecto FONDECYT (CONICYT) 1150045.

## **ABSTRACT**

In 2002 the Partnership for the 21st century learning was founded. This multi-disciplinary group identified and determined which abilities and contents a citizen of the 21st century should essentially possess. One of these abilities was critical thinking. Several experts agree in the importance of developing critical thinking in children education. It is even included as an objective in the educational curriculum. This promotes the need to design a critical thinking assessment instrument, which will be focused on logical reasoning. The Delphi Report (Facione, 1990) was used as a base in the elaboration of this instrument. This report is a collective effort of many experts in the subject to define critical thinking. Twenty-four indicators were created as a derivation of this report, which are the core of the assessment's evaluation mode.

The instrument consists in four mini-games connected by a common narrative and mounted in a web platform. The indicators were measured as questions and activities which were based in these mini-games. The addition of a narrative provoked the need to evaluate its influence on student's performance in the test. In consequence, two games were designed with different narratives but with the same activities and questions. The design base research methodology with a usability evaluation was used as a mean to create these videogames. A user experience and statistical analysis was used to validate the assessment instrument in three schools with different socioeconomic levels and with a total of 179 students. The Cronbach's alfa coefficient (Cronbach, 1951) was 0,6, and differences by the socioeconomic level of each school were observed. The user experience analysis demonstrated an effect of the narrative used in student's performance, which was mainly because of the cultural level of them.

This thesis had the support of project FONDECYT (CONICYT) 1150045.

Palabras claves: Pensamiento crítico, medición, videojuego, Reporte Delphi, experiencia del usuario, usabilidad, alfa de Cronbach, diferencias por nivel socioeconómico, etc.

## 1. INTRODUCCIÓN

El año 2002 se fundó una coalición que juntaba a empresarios, líderes educativos, y políticos para discutir la preparación para el siglo 21 (P21 Skills, 2017) como un tema central de la educación de Estados Unidos. Asimismo, empezaron una discusión que promovió la importancia que tienen las habilidades del siglo 21 como un medio para esta preparación.

Dentro de este *set* de habilidades, destrezas y contenidos del siglo 21, destacan aquellas enfocadas en el aprendizaje e innovación. Las denominadas “4 C”, es decir, la colaboración, creatividad, comunicación y pensamiento crítico (*critical thinking*). Estas habilidades se reconocen como aquellas que separan a los estudiantes que están preparados para la vida y ambientes de trabajo del siglo 21, y aquellos que no. Y aquí radica su importancia, ya que hablan explícitamente de cómo se enfrentará cada persona a los desafíos del futuro, y qué habilidades debe manejar para poder sortear con éxito esta problemática. (Keane, Keane, & Blieblau, 2016)

La relevancia de estas habilidades está clara. Por lo tanto, queda preguntarse ¿Estarán siendo consideradas en la educación de nuestros niños? Esta no es pregunta nueva, sino que es una preocupación para las políticas educativas de Chile. Muchas de estas habilidades están incluidas dentro del currículum educativo chileno. Incluso, el pensamiento crítico se menciona explícitamente en este. Por ejemplo, en el programa de estudio de quinto básico en matemáticas (MINEDUC, 2016). Entonces, la pregunta es si es que ellas se están desarrollando o no, y en qué medida. Asimismo, y dadas las grandes diferencias que existen entre el desempeño según nivel socioeconómico (Agencia de Calidad de la Educación, 2015), cabe preguntarse si esta brecha se replica para este tipo de habilidades.

Esta tesis busca determinar si es posible elaborar un instrumento de medición del pensamiento crítico en el área de las ciencias. En particular, se enfocará en estudiantes de

9 a 12 años de edad. Además, se busca determinar si es que hay una diferencia por nivel socioeconómico. Otro objetivo es saber si es que el lenguaje del instrumento puede ser relevante en cuánto al resultado de los estudiantes.

## 2. METODOLOGÍA

En esta sección se puede observar una visión general de la investigación. Sus diferentes secciones, una breve descripción de cada una y cuál fue la lógica que se siguió para abordarla. El diagrama que lo representa se puede ver a continuación:

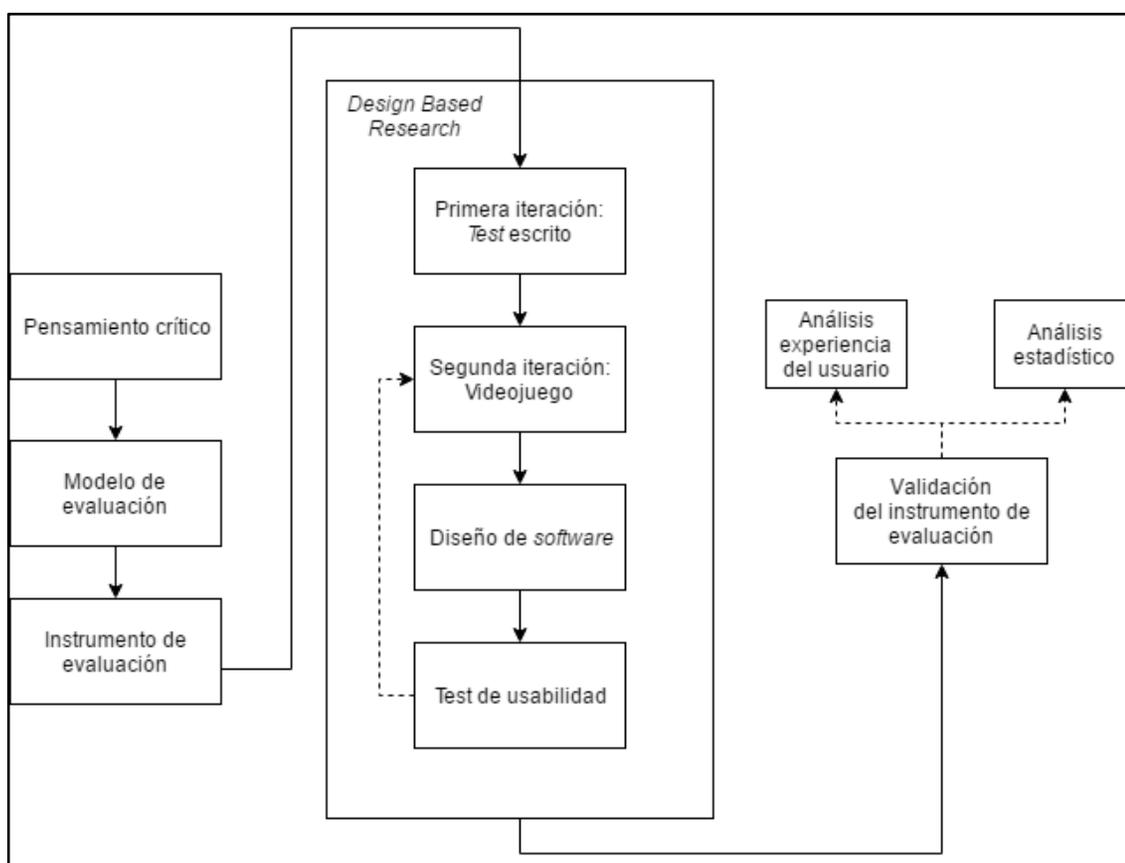


Figura 2-1: Diagrama de la metodología de investigación. FUENTE: Elaboración propia

A continuación, se explicará brevemente cada una de las secciones de la metodología y de la investigación.

1. **Pensamiento crítico:** Esta sección describe de dónde proviene esta habilidad, cuál es la definición que se ocupará y algunas de sus características que son relevantes para el estudio. Esto se puede leer en el capítulo 3.
2. **Modelo de evaluación:** Esta sección describe cómo se creó el modelo de evaluación del instrumento de medición del pensamiento crítico. Cómo este nació a partir del Reporte Delphi (Facione, 1990), y cómo derivó en indicadores que luego se ocuparon en el mismo instrumento. Esto se puede leer en el capítulo 4.
3. **Instrumento de evaluación:** Esta sección describe cómo se pasó del modelo de evaluación a un instrumento de evaluación. En particular, cómo los indicadores creados se evaluaron. Esto se puede leer en el capítulo 4.4.
  - a. **Primera iteración-Test escrito:** Aquí se describe cómo fue la primera iteración del instrumento de evaluación, que consistió en un *test* escrito con actividades basadas en la prueba TIMSS y PISA, y preguntas basadas en estas. También se describe cómo se testeó inicialmente este instrumento y sus resultados. Esto se puede ver en la bajada de la sección 4.4.
  - b. **Segunda iteración-Videojuego:** Aquí se describe cómo evolucionó el instrumento de evaluación a un videojuego, para subsanar algunos de los problemas observados en el primer instrumento creado. Este videojuego consiste en 4 mini-juegos unidos por una narrativa visual tipo cómic. Esto se puede ver en las subsecciones 4.4.1 y 4.4.2.
4. **Diseño de software:** Para poder crear el videojuego que servirá como instrumento de evaluación, hay un capítulo que describe el diseño de *software* de este. Este contiene una descripción del ambiente dónde el

videojuego operará (*tablets* con sistema operativo *Android*), cuál es la plataforma que se ocuparía (*web*) y por qué se escogió esta. Luego hay un análisis del diseño, con sus usuarios, actividades, requerimientos funcionales y no funcionales, y casos de uso. Además, se modela la arquitectura que tendrá el sistema y cómo se implementa la red donde las *tablets* con el videojuego operan y donde luego se recuperan los resultados de los estudiantes. Esto se puede ver en el capítulo 5.

5. **Test de usabilidad:** Esta sección describe cómo se testeó la usabilidad del videojuego. Para ello se hace un análisis de usabilidad basado en los componentes esenciales de usabilidad de Nielsen (Nielsen, 1993). Aquí se puede ver el *test* de usabilidad creado y cuáles fueron los sujetos del estudio. Esto se puede leer en el capítulo 6.
6. **Validación del instrumento de evaluación:** Aquí se describe cómo se validó el instrumento de medición. Para ello, el análisis experimental explica en cuántos, con cuántos alumnos y cuáles eran las características de los colegios en donde se validó el instrumento. Esto se puede leer en la sección 7.1.
7. **Análisis de la experiencia del usuario:** Esta sección hace un análisis del desempeño de los estudiantes desde un punto de vista de la experiencia del usuario. Para ello, se hace un análisis de sus tareas, cuáles son las características del usuario, las metáforas que contiene el instrumento, un *workflow* de las actividades y una descripción del entorno físico, social y cultural que rodea al videojuego. Esto se puede leer en la sección 7.2.
8. **Análisis estadístico:** Esta sección contiene un análisis estadístico de los resultados de los estudiantes, donde se sacó el alfa de Cronbach de cada juego, y se mostraron los resultados por colegio. Esto se puede leer en la sección 7.3.

### 3. PENSAMIENTO CRÍTICO: MOTIVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

¿Qué es el pensamiento crítico? Existen múltiples formas de definirlo y cada una lo aborda desde una perspectiva distinta. Si partimos analizándolo desde un aspecto meramente etimológico, *pensamiento* viene del verbo pensar y se define como “examinar mentalmente algo con atención para formar un juicio” (Real Academia de la Lengua Española, 2014). *Crítico* se define como “Analizar pormenorizadamente algo y valorarlo según los criterios propios de la materia de que se trate.” (Real Academia de la Lengua Española, 2014). Se puede ver entonces que el pensamiento crítico es un concepto que trata sobre un análisis mental exhaustivo para poder emitir un juicio dentro de un contexto determinado. Esta definición demuestra entonces la importancia que tiene este, ya que es una actividad que todo el mundo hace y múltiples veces al día.

Por su presencia cotidiana en la vida diaria, el pensamiento crítico es entonces un requisito esencial para una actividad humana responsable (Marques, 2012). Y se dice “actividad humana responsable” ya que supone que uno debiese aplicar el pensamiento crítico en la mayor cantidad de actividades del día a día, para poder hacer un juicio crítico y responsable sobre las acciones y decisiones que uno ejecutará y así actuar correctamente. Por lo tanto, esta habilidad es vital para poder cumplir con nuestras obligaciones éticas, profesionales y sociales (Griffin, McGaw, & Care, 2012).

Adicionalmente, se incluyó al pensamiento crítico como una de las habilidades básicas que un ciudadano del siglo 21 debiese manejar para tener éxito en el trabajo, vida y ciudadanía, así como uno de los sistemas de soporte necesarios para poder seguir aprendiendo y desarrollándose como ser humano (P21 Partnership for the 21st century learning, 2015).

Se puede observar entonces la importancia que tiene el pensamiento crítico para cualquier persona que quiera ser un ciudadano activo, un ente social responsable y con cuidado por su entorno y medio ambiente. Por eso es que desarrollar integralmente esta habilidad desde la más temprana edad es fundamental para cualquier persona. El desafío

radica entonces, tal como se mencionó anteriormente, en evaluar si es que el pensamiento crítico se está desarrollando o no en la educación de nuestros niños.

### **3.1 EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA EDUCACIÓN**

El pensamiento crítico es sumamente importante en la educación. Es una afirmación que se repite constantemente en la literatura. Quizás la evidencia más clara es del reporte APA Delphi, que dice que “desde la niñez, a las personas se les debe enseñar, por ejemplo, a razonar, a buscar evidencia relevante y comprender las opiniones del resto” (Facione, 1990). Y según la etimología misma del concepto, es esta habilidad la que puede ayudar a las personas a alcanzar este objetivo.

Varios autores proponen que el pensamiento crítico se manifiesta desde edades muy tempranas, y por ende debe ser abordado y desarrollado desde la educación de los niños en las escuelas, especialmente porque como adultos es una habilidad que necesitarán (Lai, 2011). En particular, el pensamiento crítico se enseña de mejor manera al ser integrado con contenidos curriculares en los que el alumno ya está involucrado (Bailin, Case, Coombs, & Daniels, 1999).

Además, existe evidencia que demuestra que los estudiantes que tuvieron educación precolar, donde se desarrollaron habilidades relacionadas al pensamiento crítico, a futuro se despeñan de mejor manera en sus habilidades cognitivas, motoras y sociales (Osakwe, 2009).

A un nivel más macro, el pensamiento crítico junto a otras habilidades (como la colaboración, la creatividad, etc.) debiesen abordarse bajo diversas perspectivas. Desde el marco curricular, donde el desarrollo de estas habilidades debiese estar intrínsecamente relacionado con los contenidos que se enseñan. Y desde el ámbito docente, donde los profesores debiesen estar preparados para poder generar esta relación en sus clases, es decir, tener una formación que les permita incorporar prácticas que las desarrollen al

mismo tiempo que las contextualizan con contenidos. Y este esfuerzo conjunto no puede estar aislado sin una medición que evalúe si es que este objetivo se está logrando (Rotherham & Willingham, 2009).

Por todo esto es que el desarrollo e inclusión del pensamiento crítico en la educación, desde la edad más temprana y como parte integral de lo que se enseña, es vital para el desarrollo de las personas en los más variados ámbitos y, por ende, también es necesario saber en qué medida se está logrando este objetivo.

### **3.2 DEFINICIÓN DEL PENSAMIENTO CRÍTICO**

Antes de analizar cómo evaluar el desarrollo del pensamiento crítico, es necesario definirlo. Esto se hace particularmente necesario dado que no existe una definición única y consensuada respecto a este concepto, y por lo mismo se puede abordar desde tantas perspectivas como definiciones existen.

Al revisar la literatura, (Fischer & Spiker, 2000) indican que la mayoría de las definiciones para el término pensamiento crítico incluyen razonamiento lógico, juicios, metacognición, reflexión, cuestionamientos y procesos mentales. (Jones, y otros, 1995) obtuvieron un consenso entre varios empleadores, políticos y educadores sobre que el pensamiento crítico es un conjunto amplio de habilidades, y todos ellos les daban relevancia a distintos aspectos y habilidades, por lo que fue imposible llegar a una definición única.

Una definición formal del concepto, que permite comenzar su análisis, es:

*“El pensamiento crítico es el uso de habilidades cognitivas o estrategias que incrementan la probabilidad de un resultado esperado. Es usado para describir pensamiento que tiene un propósito, es razonable y está orientado a*

*objetivos – el tipo de pensamiento utilizado en resolver problemas, formular inferencias, calcular probabilidades, y tomar decisiones. Especialmente cuando el pensador está usando habilidades que son profundas y efectivas para el contexto y el tipo de pensamiento que supone la tarea en particular.”*  
(Halpern, 2014)

A pesar de que la definición anterior mucho más específica que la presentada inicialmente, le falta un elemento muy importante que es la metacognición. El pensamiento crítico nos permite no solo pensar en el mundo alrededor nuestro (habilidades de primer orden), sino también del proceso de pensamiento en sí (habilidades de segundo orden) (Gelerstein, del Río, Nussbaum, Chiuminatto, & López, 2016). Además, esta definición sigue siendo demasiado amplia para servir como base para armar una evaluación del pensamiento crítico. Esto porque los elementos que se pueden extraer de ella y que potencialmente podrían servir como objetivos de una evaluación (resolver problemas, formular inferencias, calcular probabilidades, y tomar decisiones) abarcan demasiado y son poco específicos.

Por lo tanto, se ocupará la siguiente definición para pensamiento crítico:

*“Proceso metacognitivo consistente en sub-habilidades (análisis, evaluación, inferencia, explicación, auto-regulación) que usadas apropiadamente incrementan las oportunidades de producir una conclusión lógica para un argumento o solución a un problema”*  
(Dwyer, Hogan, & Stewart, 2014)

Esta definición se eligió porque indica específicamente cuáles sub-habilidades componen al pensamiento crítico y que, por lo tanto, se ocuparán más adelante como los lineamientos generales de una evaluación de este concepto. Asimismo, porque contiene

habilidades de primer orden (análisis, evaluación, inferencia, explicación) y de segundo orden (auto-regulación).

### **3.3 TRANSFERIBILIDAD VERSUS ESPECIFICIDAD DE DOMINIO**

Un tópico recurrente en la discusión teórica del concepto de pensamiento crítico es la transferibilidad y la especificidad del dominio.

La primera dice que el pensamiento crítico puede extrapolarse al área donde se desarrolla, por ejemplo, si se hacen actividades que desarrollen el pensamiento crítico en el área del razonamiento lógico matemático, entonces el sujeto también tendrá la capacidad de utilizar esta habilidad en situaciones de contexto general (como decisiones éticas), o en otras áreas igual de específicas que la primera, como el lenguaje.

La segunda dice si el pensamiento crítico se enseña en un área, puede haber sesgos que impidan una correcta transferibilidad de esta habilidad a otros contextos. Para fines de este instrumento, se abordará al pensamiento crítico desde esta segunda perspectiva.

Esto por varias razones. (Ennis, 1989) identifica algunos supuestos propuestos por varios académicos que apoyan la especificidad del dominio en esta discusión. Muchos de ellos afirman que la transferencia de esta habilidad a través de dominios es improbable salvo que los estudiantes se les provean oportunidades suficientes para practicar el pensamiento crítico en varios dominios, y también se les enseñe explícitamente cómo transferirlo. Concretamente, existen teóricos que afirman que una instrucción general del pensamiento crítico (es decir, abstraído de un dominio específico), no tiene sentido porque las sub-habilidades que lo componen son inherentemente propias de un dominio. (Willingham, 2007) propone que es más fácil aprender a aplicar el pensamiento crítico en un dominio específico que hacerlo en un sentido general. Y por último, (Bailin, 2002) afirma que es altamente cuestionable decir que un proceso de interpretación y análisis es independiente del dominio. Esto porque conceptos como “premisas”, “conclusiones”,

“causa y efecto”, “condiciones suficientes y necesarias” varían de acuerdo a su dominio y, de hecho, el conocimiento de estos conceptos en un dominio específico es parte de pensar críticamente.

Por ello es que el instrumento de evaluación se centrará en un dominio específico: el razonamiento lógico-matemático.

### **3.4 PENSAMIENTO CRÍTICO EN EL DOMINIO DEL RAZONAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO**

La importancia del pensamiento crítico en el dominio del razonamiento lógico matemático es un elemento que se apoya fuertemente en la literatura. Nace de la mano del énfasis que se le hace a esta habilidad en la educación en general. Y deriva en que este tipo de razonamiento es de los más importantes, constantes y presentes que un alumno tendrá durante su paso por la escuela.

*“Las tendencias actuales en la enseñanza de las matemáticas proponen que los alumnos no solo deben adquirir y dominar conocimientos relevantes, sino que también deben ser capaces de aplicar este conocimiento, de tener una actitud crítica en relación a los contenidos y una evaluación adecuada en todas las etapas del proceso de aprendizaje.” (Maričić, Špijunović, & Lazić, 2016).*

En el área de las ciencias también se destaca el valor de las habilidades que componen al pensamiento crítico como centrales para poder desempeñarse con éxito en esta disciplina. El *Next Generation Science Standards* (NGSS Lead States, 2017), propone un *framework* para la enseñanza de ciencias en la escuela. buen

Se ve que existe una necesidad por parte de los alumnos de escapar de la concepción clásica de adquisición de conocimientos donde una simple memorización

basta. Ahora, deben ser capaces de aplicarlos, tener una actitud crítica frente a ellos, y además ser capaces de evaluar su desempeño durante el proceso mismo de aprendizaje.

Adicionalmente, los mismos autores anteriores encontraron evidencia bibliográfica señalando que el sistema educativo no ha logrado el objetivo de producir pensadores críticos. Esto dado que hay un énfasis en la educación “orientada a pruebas”, donde se deja de lado el proceso mismo de aprendizaje y se focaliza fuertemente en los contenidos.

Por ello es que evaluar el desarrollo de esta habilidad a nivel escolar y en este dominio específico es tan importante. Se debe asegurar que este tipo de habilidades se desarrolle correctamente en la escuela, en especial si hay evidencia que indica que no se está haciendo. Y parte de este desarrollo radica en que los profesores tengan alguna forma de medirlo.

Cabe destacar que, a nivel nacional, se puede ver que el desarrollo del pensamiento crítico como habilidad sí es un objetivo a nivel sistémico, ya que está explícito en los objetivos generales de los currículums de muchos cursos (MINEDUC, 2016). Por lo tanto, es un elemento del que se tiene conciencia en Chile, y hay conciencia de por qué es tan importante.

#### **4. MODELO DE EVALUACIÓN Y CREACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DEL PENSAMIENTO CRÍTICO**

La importancia del pensamiento crítico como una habilidad fundamental para el ser humano como un ciudadano y persona integral dentro de su entorno social y afectivo ya quedó caracterizada en la sección anterior, además de la relevancia que tiene como una de las habilidades transversales en el aprendizaje de un niño especialmente en el ámbito de las matemáticas. “El pensamiento crítico es un recurso poderoso en la vida cívica y personal de cada uno. [...] El pensador crítico ideal es habitualmente curioso, informado, culto, honesto, confiable, de mente abierta, flexible, crítico, prudente al emitir juicios entre muchas otras cualidades” (Facione, 1990). Por lo tanto, y como se comentó anteriormente, una de las motivaciones de esta investigación radica en ser capaz de evaluar el pensamiento crítico en los niños. Para eso, es necesario crear un modelo de evaluación que cumpla con este propósito. El modelo de evaluación creado en esta investigación se basa en el Reporte Delphi.

##### **4.1 REPORTE DELPHI: EN QUÉ CONSISTE Y POR QUÉ SE ELIGIÓ.**

Tal como propone la introducción y motivación del Reporte Delphi (Facione, 1990), en la década de los ochenta ya existía un acuerdo generalizado del foco que debía existir en la educación: pasar de acumular habilidades y conocimientos segregados a generar un proceso sistemático de investigación, aprendizaje y pensamiento en sus alumnos. Por eso es que el pensamiento crítico adquirió tal nivel de trascendencia. Esto levantó muchas interrogantes, entre la que se puede destacar ¿Cómo se puede enseñar y evaluar esta habilidad?

En consecuencia, surgió la necesidad de aproximar respuestas a estas preguntas. Para esto, se siguió la metodología Delphi. Esta metodología consiste en la formación de un panel interactivo de expertos. Ellos deben compartir su *expertise* y trabajar en pos de

una resolución consensuada en base a sus opiniones. El panel participó en seis rondas de preguntas. Las preguntas las creaba el director del proyecto y todas las respuestas se coordinaban a través de él. Luego, el director hacía circular las respuestas sin el nombre de sus autores para generar discusión entre los expertos y así llegar a una conclusión entre todos.

La elección de este reporte como base del modelo de evaluación no fue azarosa. La primera razón para elegirla fue la composición del panel de expertos. Esto porque está compuesto por muchos expertos de renombre en sus respectivos campos y además estos son muy diversos (52% están afiliados a la filosofía, un 22% a la educación, 20% a las ciencias sociales y un 6% a las ciencias naturales) (Facione, 1990), lo que le da un valor tremendo a la calidad de respuestas y en la transversalidad del estudio. El artículo además cuenta con más de 2.000 citaciones según *Google Scholar*. Incluso se destaca su importancia en algunos de los artículos en los que se cita. “Un resultado de las actividades del panel fue la formación de un importante consenso en relación al concepto de pensamiento crítico. [...] Antes del Reporte Delphi no había una definición clara del pensamiento crítico” (Simpson & Courtney, 2002). Todo esto demuestra la relevancia que tiene este reporte como base para el análisis del pensamiento crítico como habilidad, qué lo compone, cómo se evalúa, sus características, etc.

#### **4.2 PROCEDURALIZACIÓN DEL REPORTE DELPHI: CREACIÓN DE UN MODELO DE EVALUACIÓN A PARTIR DEL REPORTE.**

Una vez elegido el Reporte Delphi como base para la creación de un modelo de evaluación del pensamiento crítico, hay que crearlo. Para ello, se ocupará uno de los hallazgos de este reporte. Este indica que “el pensamiento crítico incluye habilidades cognitivas en interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación. Todas ellas componen el núcleo del pensamiento crítico” (Facione, 1990). En consecuencia, el modelo de evaluación se basó en las habilidades mencionadas

anteriormente. Además, el reporte también plantea sub-habilidades para cada una de las habilidades mencionadas. Estas sub-habilidades se pueden observar en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Habilidades nucleares del pensamiento crítico y sus sub-habilidades según el Reporte Delphi, FUENTE: Reporte Delphi

<b>HABILIDAD</b>	<b>SUBHABILIDAD</b>
Interpretación	Categorización, decodificar la relevancia, aclarar significado
Análisis	Examinar ideas, detectar argumentos
Evaluación	Evaluar afirmaciones, evaluar argumentos, evaluar alternativas
Inferencia	Cuestionar evidencia, proponer alternativas, sacar conclusiones
Explicación	Indicar resultados, justificar procedimientos, presentar argumentos
Autorregulación	Auto examen

Asimismo, el reporte también incluye una breve descripción de cada sub-habilidad. Estas descripciones se formularon como indicadores. Un indicador es la unidad más atómica del modelo de evaluación. Los indicadores son el puente para que el modelo de evaluación se transforme en un instrumento de evaluación. El detalle de estos indicadores se puede observar en el Anexo A: Indicadores por sub-habilidad. Cabe destacar que debido a la

elección del razonamiento lógico-matemático como dominio y varias iteraciones que se hicieron en el testeo del instrumento (que se explicarán más adelante), algunas sub-habilidades originales del Reporte Delphi y sus indicadores derivados se eliminaron y otras se agregaron, resultando en el Anexo que agrega a este documento. Esto para adaptarlas a este dominio y que tuvieran sentido dentro de este contexto.<sup>1</sup>

### 4.3 SUJETO DEL ESTUDIO

Como se comentó en un principio, uno de los objetivos de este estudio era poder determinar el nivel de pensamiento crítico en estudiantes. Esto de inmediato acota los sujetos a los que está enfocado el instrumento de medición. En particular, y como expone (Gelerstein, del Río, Nussbaum, Chiuminatto, & López, 2016), “entre tercero y quinto básico los niños son capaces de decodificar y usar la mayoría de las palabras” citando a (Swaggerty, 2015). En consecuencia, el instrumento se quiere enfocar entre niños de tercero a quinto básico, para que los alumnos sean potencialmente capaces de entender instrucciones y el contexto que se les da. Esto demuestra la importancia que tiene la comprensión de lectura para el éxito de un instrumento de medición.

No obstante, el puntaje de comprensión de lectura en la prueba PISA en Chile es menor al promedio OCDE (OECD, 2017). El estudio se enfocó entonces solo en niños de quinto básico para evitar que el contexto o la comprensión de instrucciones interviniese mayormente en el desempeño de los estudiantes al medir su nivel de pensamiento crítico. Esta decisión se confirmó luego del primer pilotaje del *test* donde se validó con niños de tercero básico y observó que el nivel de comprensión de lectura era un factor determinante para la resolución de este.

---

<sup>1</sup> Cabe destacar que el modelo de evaluación inicial fue creado por Martín Cáceres y Macarena Oteo, alumnos de Doctorado y Magíster en ciencias de la ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile respectivamente.

#### 4.4 INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Al tomar como contexto los conceptos de especificidad de dominio (donde se eligió al razonamiento lógico-matemático) y también los indicadores creados en el modelo de evaluación, se procedió a crear el instrumento de medición del pensamiento crítico.

En un principio, se tomaron algunas preguntas de la prueba PISA y TIMSS de ciencias para elaborar un test escrito que pudiese evaluar cada uno de los indicadores descritos anteriormente. Este test contaba con 6 actividades principales con un total de 32 preguntas de respuestas abiertas. Estas preguntas variaban en dificultad y forma de resolución, y cada pregunta apuntaba a evaluar un indicador con “Logrado” o “No logrado”. Las respuestas consistían en cuadros, dibujos, esquemas, cálculos, etc. que los estudiantes debían ir respondiendo y rellenando de acuerdo a cada una de las 6 actividades. El detalle de esta prueba se puede ver en el Anexo B: Prueba Inicial.

Esta prueba se piloteó en un colegio de NSE alto, con un total de 70 estudiantes de tercero básico. Se tomó en tres cursos distintos, con un examinador y un profesor por sala, y un tiempo estimado de 90 minutos. Los resultados fueron un promedio de 12 de 32 puntos de logro y un alfa de Cronbach<sup>2</sup> (Cronbach, 1951) fue 0,3. Estos bajos resultados son consistentes con cómo los estudiantes desarrollaron el test. Se pudo observar cómo en general ellos tenían varios problemas en comprender lo que se preguntaba, y también qué es lo que debían hacer en cada una de las actividades. Además, el test era muy largo para su edad, por lo que muy pocos lograron terminar. Esto hacía que también el test se volviera tedioso para que un niño lo resolviera, por lo que combinado con la capacidad de atención de un niño reducía de forma considerable el *engagement* que tenían ellos con el instrumento. Estos factores hicieron concluir que un test escrito no era la mejor opción para intentar medir una habilidad como el pensamiento crítico, sino que se debía crear un

---

<sup>2</sup> El alfa de Cronbach es un coeficiente que mide la consistencia interna de un instrumento de evaluación.

instrumento donde la comprensión de lectura no fuese un elemento que interfiriera en la capacidad de los estudiantes de demostrar el nivel de esta habilidad. Pensando en el sujeto de estudio, el test debía ser atractivo, y no tan largo, midiendo varios indicadores simultáneamente.

#### 4.4.1 CÓMIC INTERACTIVO

Como respuesta a los problemas observados anteriormente, se partieron buscando videojuegos que pudiesen ocuparse como las actividades originales del test. Los videojuegos pueden ocuparse como instrumentos de investigación y medición, permitiendo que el investigador mida el desempeño en una amplia variedad de tareas. Atraen la participación de individuos de distintas características demográficas (edad, género, nivel educacional, etc.). Pueden asistir a niños a imponerse objetivos y recibir *feedback*. Por último, son divertidos y estimulantes para sus participantes (Griffiths, 2002).

Se encontraron tres videojuegos que contenían dinámicas que se prestaban para poder medir los indicadores. Estos videojuegos son:

- Encontrar al distinto: Se dan una serie de objetos, y los jugadores deben determinar cuál es el objeto *más distinto al resto* dando una razón válida. En el siguiente ejemplo, el más distinto es el plato, porque es el único que contiene líquidos.



Figura 4-1: Ejemplo "Encontrar al Distinto", FUENTE: *Google Images*

- Determinar peso: Se dan tres piedras de distinto tamaño y una balanza. Midiendo de a dos elementos, se debe determinar cuál es el más pesado.
- Mecanismo: Se da un camino con un inicio y fin, y poniendo tuberías de distintas formas se debe encontrar un camino que lleve desde el inicio al fin.

Para poder medir todos los indicadores, y para que el instrumento fuese aún más atractivo, se pensó en una narrativa que uniese los distintos juegos. Particularmente, se creó un cómic. Las novelas gráficas son una forma de mejorar la comprensión e interpretación de los temas, tópicos literarios y problemas sociales. Ilustran conceptos resultando en una comprensión mayor de ellos. Y lo que es más importante, como los estudiantes crecieron en un ambiente lleno del ritmo rápido y estimulación visual de la televisión, buscan las mismas características momento de interpretar lo que están leyendo (Downey, 2009).

El cómic creado sirvió no solo para hacer más atractivo el instrumento y unir los juegos elegidos, sino que sirvió para crear una sección completamente en este: **las preguntas**. Tomando como contexto la trama del cómic se crearon preguntas de alternativas y abiertas. Estas preguntas sirvieron para poder cubrir la medición de todos los indicadores en el instrumento.

Dado lo anterior, surgió la siguiente interrogante ¿Puede el contexto, narrativa y trama del cómic que une y da sentido a los juegos afectar el desempeño de los estudiantes? ¿Qué pasa si hay elementos dentro del cómic que los estudiantes no comprenden ni conocen? ¿O si simplemente una historia es más atractiva que la otra, y entonces los estudiantes se motivan más por contestarla? Por lo mismo, se decidió crear **dos** instrumentos, donde los indicadores se midieran de la forma más similar posible en ambos, pero la historia fuese distinta. Esto se hizo con el fin de determinar la influencia de una narrativa en los resultados de los alumnos.

#### 4.4.2 “THE CRITICAL THINKING GAME”

Los instrumentos de medición creados son dos. El primer instrumento cuenta la historia del pueblo de VillaFeliz, donde tras una tormenta se corta la luz. El Alcalde junto a Cristóbal deben encontrar la llave del generador (mediante el juego de las preguntas), luego determinar cuál es la más distinta de las otras (encontrar al distinto). Después, para levantar un árbol que se les cayó en el camino, deben encontrar la piedra más pesada (determinar peso). Finalmente, para que el agua llegue al generador deben encontrar un camino (mecanismo).

El segundo instrumento consiste en la historia de Andrea, Nicolás y María. Tres niños astronautas que van a Marte. Sin embargo, un ratón se les cuelga en su nave espacial y llega junto a ellos a la base en Marte. Al principio, el ratón se esconde y deben deducir dónde está (preguntas). A continuación, deben elegir el tanque de oxígeno más pesado (determinar peso) para poder salir de la base al invernadero. Una vez que llegan al invernadero, deben encontrar un camino para que el ratón vuelva a la base (mecanismo) y finalmente deben encontrar la bolsa de semillas más distintas (encontrar al distinto) para alimentar al ratón.

Para ver el detalle de cómo se incorporaron los indicadores en ambos juegos ver Anexo C: Incorporación de indicadores en el instrumento.

## 5. DISEÑO DE *SOFTWARE* DEL INSTRUMENTO

Es necesario definir cómo será el diseño desde el punto de vista del *software* del instrumento de medición del pensamiento crítico. Se describirá primero la justificación de la tecnología elegida, las especificaciones que debe tener el *software*, y finalmente la arquitectura propuesta.

El juego consta con 4 sub-juegos principales: Preguntas, Encontrar al distinto, Determinar peso y Mecanismo. El usuario navega en distintas “páginas”, que muestran la historia que uno a estos sub-juegos, y contienen en general una viñeta (cómico), con texto, audio y elementos de interacción (en general botones).

### 5.1 AMBIENTE OPERACIONAL

La institución que patrocina la investigación cuenta con un número importante de *tablets* con sistema operativo Android (4.1 en adelante). El *software* se desarrolló en un entorno *web*, ocupando una librería de *Javascript* denominada *Phaser*<sup>3</sup> v 2.7.10. El juego se corrió en el navegador *Chrome* (última versión).

Para poder almacenar los resultados, el *software* ocupó la librería *jQuery* v 3.2.1 mandando los resultados a una base de datos *MySQL* que recibía los datos mediante un código en *php*.

### 5.2 JUSTIFICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Como el instrumento de medición es un videojuego enfocado en niños de 9-12 años, siempre se pensó que la forma de tomar este *test* era en los mismos colegios. Esto

---

<sup>3</sup> <http://phaser.io/>

además significaba ventajas logísticas, como el poder tener acceso a un número mayor de niños. Un número mucho mayor del que se hubiese logrado si se hubiese intentado juntarlos en algún lugar específico. Sin embargo, muchos de los colegios no poseen una cantidad suficiente de computadores ni conexión a internet adecuada como para depender exclusivamente de los insumos tecnológicos de cada uno de ellos. Por lo tanto, la decisión fue que el juego se pudiese jugar en los *tablets* mencionados anteriormente.

En consecuencia, la decisión lógica hubiese sido hacer un juego basado en el lenguaje de programación *Java*, y hecho para la plataforma Android. No obstante, nadie del equipo tenía experiencia ni conocimientos algunos programando en este lenguaje ni tampoco este tipo de aplicaciones. Adicionalmente y como se quería sacar prototipos rápidos para poder ir iterando y probando con los usuarios, esta opción se desechó.

La opción que se tomó entonces fue hacer un videojuego de navegador. Esta decisión tenía varias ventajas:

- La más importante es que el equipo ya contaba con experiencia en desarrollo *web*, por lo tanto, esta se podía aprovechar para sacar prototipos rápidos e ir iterando hasta la versión final.
- Parte importante del test es recolectar los datos. Si este es un videojuego web entonces recolectar los datos y guardarlos en una base de datos es mucho más fácil, incluso con una red local.
- Hay bastantes *frameworks* y comunidades sobre la programación de videojuegos en navegador. En este caso, se utilizó la librería *Phaser* de *Javascript*. Esta librería es gratuita y cuenta con una comunidad muy grande, además de contar con las funcionalidades que se necesitaban para el *test*. Es simple de aprender y sigue una lógica fácil de implementar.

## 5.3 ESPECIFICACIONES DEL SOFTWARE

### 5.3.1 USUARIOS

Hay dos tipos de usuarios:

- Jugador: Son los usuarios que representan a los estudiantes, y que son los que usan el juego e interactúan con él.
- Administrador: Es aquel usuario que administra los resultados de todos los usuarios.

### 5.3.2 ACTIVIDADES DE LOS USUARIOS

Tabla 5-1: Actividad de usuario 1, FUENTE: Elaboración propia

Nombre	Empezar el juego
Identificador	AU001
Descripción	Como jugador puedo ingresar el ID de mi <i>tablet</i> al comenzar el juego. Este ID será proporcionada por los examinadores.

Tabla 5-2: Actividad de usuario 2, FUENTE: Elaboración propia

Nombre	Interactuar con el juego
Identificador	AU002
Descripción	Como jugador puedo visualizar el contenido de cada página. Es decir, ver la imagen que representa a la viñeta, escuchar el audio de cada una y apretar los botones de cada página.

Tabla 5-3: Actividad de usuario 3, FUENTE: Elaboración propia

Nombre	Navegar por el juego
Identificador	AU003
Descripción	Como jugador puedo navegar por las distintas páginas. Es decir, avanzar en el juego y retroceder si es necesario.

Tabla 5-4: Actividad de usuario 4, FUENTE: Elaboración propia

<b>Nombre</b>	<b>Jugar Determinar Peso</b>
<b>Identificador</b>	AU004
<b>Descripción</b>	Como jugador puedo jugar “Determinar Peso”. Es decir, mover las rocas o tanques de oxígeno en la balanza, y medir con el resto de las herramientas estas mismas. Además, debo poder registrar lo que hice en un cuadro.

Tabla 5-5: Actividad de usuario 5, FUENTE: Elaboración propia

<b>Nombre</b>	<b>Jugar Mecanismo</b>
<b>Identificador</b>	AU005
<b>Descripción</b>	Como jugador puedo jugar “Mecanismo” Es decir, poder cavar en la tierra y poner tuberías en rocas, así como borrar ambas. También poder probar si el camino que hice sirve, y reiniciar en caso contrario.

Tabla 5-6: Actividad de usuario 6, FUENTE: Elaboración propia

<b>Nombre</b>	<b>Revisar resultados</b>
<b>Identificador</b>	AU006
<b>Descripción</b>	Como administrador debo poder ver los resultados de cada uno de los jugadores.

### 5.3.3 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES

Antes de programar el videojuego que servirá como el instrumento de medición, hay que definir cuáles son las funcionalidades que este *software* tendrá. Una especificación de requerimientos debería ser capaz de proveer una guía clara en cómo verificar que el sistema satisfaga las necesidades del usuario (Bell, 2005).

#### 5.3.3.1 Requerimientos Funcionales

Tabla 5-7: Requerimiento funcional 1, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF001
<b>Nombre</b>	Ingresar ID
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir ingresar la ID dada por el examinador
<b>Entradas</b>	ID por estudiante
<b>Reglas de Negocio</b>	- No se debe poder ingresar al juego sin la ID
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-8: Requerimiento funcional 2, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF002
<b>Nombre</b>	Interacción visual con el juego
<b>Descripción</b>	El sistema debe mostrar las imágenes y texto en cada página
<b>Entradas</b>	Imágenes y texto por cada página.
<b>Reglas de Negocio</b>	- En cada página debe haber imágenes y/o textos que guíen a los jugadores
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-9: Requerimiento funcional 3, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF003
<b>Nombre</b>	Interacción auditiva con el juego
<b>Descripción</b>	El sistema debe reproducir (automáticamente y a pedido del usuario), sonidos en cada página.
<b>Entradas</b>	Audio por cada página.
<b>Reglas de Negocio</b>	- En cada página debe haber sonidos y/o una narración que guíen a los jugadores
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-10 : Requerimiento funcional 4, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF004
<b>Nombre</b>	Navegación del juego
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el usuario avance (y retroceda si es posible) a través de las páginas.
<b>Entradas</b>	Acción de avanzar o retroceder.
<b>Reglas de Negocio</b>	- En cada página debe haber botones que permitan avanzar o retroceder.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-11: Requerimiento funcional 5, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF005
<b>Nombre</b>	Pesar rocas o tanques de oxígeno
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador pueda pesar los tanques de oxígeno y rocas en las balanzas.
<b>Entradas</b>	Tomar un tanque de oxígeno o roca
<b>Reglas de Negocio</b>	- Los tanques de oxígeno o rocas solo se pueden dejar sobre las balanzas. - Si una roca o tanque de oxígeno cae en un lugar que no es la balanza, entonces se resetea su posición y vuelve a su lugar original. Además, la medición también se resetea.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-12: Requerimiento funcional 6, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF006
<b>Nombre</b>	Medir rocas y tanques de oxígeno
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador, ocupando la regla, cuerda y termómetro, pueda medir cada roca.
<b>Entradas</b>	Tomar un tanque de oxígeno o roca y tomar la herramienta en cuestión.
<b>Reglas de Negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los tanques de oxígeno o rocas solo se pueden dejar en el área de medición</li> <li>- Los instrumentos de medición solo se pueden dejar en el área de medición</li> <li>- Cuando un instrumento de medición toca a una roca o un tanque de oxígeno, entonces se crea la medición.</li> </ul>
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Table 5-13: Requerimiento funcional 7, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF007
<b>Nombre</b>	Elaborar cuadro
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador guarde sus mediciones en tablas
<b>Entradas</b>	Apretar “Agregar medición a la tabla”
<b>Reglas de Negocio</b>	- Se guarda por medición, y lo que aparezca en esta depende de la roca/tanque de oxígeno y la herramienta elegida.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-14 : Requerimiento funcional 8, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF008
<b>Nombre</b>	Borrar mediciones en cuadro
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador borre sus mediciones en las tablas
<b>Entradas</b>	Apretar “Borrar medición de la tabla”
<b>Reglas de Negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se borra por medición, independiente de lo que esté guardado.</li> <li>- Al borrar, queda completamente en blanco.</li> </ul>
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-15: Requerimiento funcional 9, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF009
<b>Nombre</b>	Cavar
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador cave la tierra en el juego “Mecanismo”
<b>Entradas</b>	Elegir la herramienta cavar y seleccionar una celda del mapa.
<b>Reglas de Negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo se puede cavar en la tierra (la herramienta no sirve en las rocas)</li> <li>- Se va cavando por celda.</li> </ul>
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-16: Requerimiento funcional 10, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF010
<b>Nombre</b>	Poner tuberías
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador ponga tuberías de distinto tipo en las rocas
<b>Entradas</b>	Elegir la tubería específica y ponerla en las rocas.
<b>Reglas de Negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo se pueden poner tuberías en las rocas (no se pueden poner en la tierra)</li> <li>- Se van poniendo tuberías por celda.</li> <li>- No se puede “sobreescribir” una celda que ya tiene una tubería (es decir, cambiar la tubería que tenía esa celda).</li> </ul>
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-17: Requerimiento funcional 11, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF011
<b>Nombre</b>	Borrar tuberías o tierra excavada
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador borre las tuberías puestas o la tierra excavada
<b>Entradas</b>	Elegir la herramienta “goma” y una celda.
<b>Reglas de Negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo se borrarán las celdas que ya están excavadas o tienen una tubería.</li> <li>- Se borra de a una celda.</li> <li>- Al borrar la celda vuelve a su estado original (tierra o rocas).</li> </ul>
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Table 5-18: Requerimiento funcional 12, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF012
<b>Nombre</b>	Soltar agua o ratón
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador pruebe el camino hecho en cada mapa
<b>Entradas</b>	Elegir la herramienta “Soltar agua” o “Soltar al ratón”
<b>Reglas de Negocio</b>	- Cuando el camino es correcto (es decir, lleva del inicio al fin), entonces se puede continuar o reiniciar.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-19: Requerimiento funcional 13, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF013
<b>Nombre</b>	Registrar acciones en Mecanismo
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el jugador registre lo que hizo en una tabla en el juego Mecanismo
<b>Entradas</b>	Elegir la herramienta usada en el mapa y registrarla en la tabla.
<b>Reglas de Negocio</b>	- Se pueden registrar “cavar” o “tuberías” en la tabla - También se pueden borrar lo que se guardó en la tabla
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores

Tabla 5-20: Requerimiento funcional 14, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF014
<b>Nombre</b>	Registrar logro por indicador
<b>Descripción</b>	El sistema debe registrar el logro o no de indicadores a medida que el jugador avanza en el juego
<b>Entradas</b>	Automática
<b>Reglas de Negocio</b>	- Se guardan automáticamente y se envían a un servidor al finalizar el juego.
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Jugadores Administradores

Tabla 5-21: Requerimiento funcional 15, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RF015
<b>Nombre</b>	Visualizar indicadores por jugador.
<b>Descripción</b>	El sistema debe permitir que el administrador pueda ver y manejar los resultados de cada jugador.
<b>Entradas</b>	Automática
<b>Reglas de Negocio</b>	- Los resultados se pueden ver en el servidor y en cada <i>tablet</i> .
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Listado de Usuarios</b>	Administradores

Table 5-22: Requerimiento funcional 16, FUENTE: Elaboración propia

Atributo	Descripción
Identificador	RF016
Nombre	Interacción con el juego
Descripción	El sistema debe permitir que el usuario interactúe con el juego mediante botones
Entradas	Apretar botones
Reglas de Negocio	- Cada botón representa una acción distinta
Prioridad	Alta
Listado de Usuarios	Jugadores

### 5.3.3.2 Requerimientos No Funcionales

Tabla 5-23: Requerimiento no funcional 1, FUENTE: Elaboración propia

Atributo	Descripción
Identificador	RN001
Nombre	Ambiente operacional: Navegador
Descripción	El juego debe funcionar en la última versión de Google Chrome
Prioridad	Media
Tipo	Interfaz

Tabla 5-24: Requerimiento no funcional 2, FUENTE: Elaboración propia

Atributo	Descripción
Identificador	RN002
Nombre	<i>Touch</i>
Descripción	Como el instrumento se tomará en <i>tablets</i> , entonces todas las funcionalidades del juego deben ser capaces de funcionar mediante la interfaz <i>touch</i> de cada <i>tablet</i> .
Prioridad	Alta
Tipo	Operacional

Tabla 5-25: Requerimiento no funcional 3, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RN003
<b>Nombre</b>	Almacenamiento de resultados
<b>Descripción</b>	Los resultados deben almacenarse en una base de datos MySQL.
<b>Prioridad</b>	Media
<b>Tipo</b>	Interoperabilidad

Tabla 5-26: Requerimiento no funcional 4, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RN004
<b>Nombre</b>	Comunicación de resultados
<b>Descripción</b>	Los resultados deben transmitirse desde cada <i>tablet</i> mediante POST por <i>jQuery</i> .
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Tipo</b>	Interoperabilidad

Tabla 5-27: Requerimiento no funcional 5, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	RN005
<b>Nombre</b>	Usabilidad
<b>Descripción</b>	La usabilidad total del sistema debe ser aceptable, según un <i>test</i> de usabilidad basado en los objetivos de usabilidad (Nielsen, 1993).
<b>Prioridad</b>	Alta
<b>Tipo</b>	Usabilidad

Tabla 5-28: Requerimiento no funcional 6, FUENTE: Elaboración propia

Atributo	Descripción
Identificador	RN006
Nombre	<i>Drag and Drop</i>
Descripción	La interacción con los elementos del mini-juego “Determinar peso”, debe ser mediante <i>drag and drop</i> , es decir, poder tomarlos desde un lugar y dejarlos en otro.
Prioridad	Alta
Tipo	Operacional

### 5.3.4 CASOS DE USO

Tabla 5-29: Caso de uso 1, FUENTE: Elaboración propia

Atributo	Descripción
Identificador	CU001
Nombre	Ingreso al juego
Requisito Asociados	RF001, RF002, RF003, RF004, RF016
Descripción	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa el ID de su <i>tablet</i>.</li> <li>2. Al hacer 1 se habilita el botón para continuar</li> <li>3. El usuario entra al juego y ve la primera página</li> <li>4. El usuario ve la viñeta de la primera página y escucha el audio asociado.</li> <li>5. El usuario aprieta el botón para escuchar el audio de nuevo</li> <li>6. El usuario continúa a la segunda página.</li> <li>7. El usuario regresa a la primera página.</li> </ol>
Peor Valor Aceptable	El usuario no debe poder ingresar al juego sin haber ingresado el ID. Al entrar al juego se debe ver la viñeta dentro de la primera página y el sonido de esta se debe reproducir automáticamente. Cuando se apriete el sonido para escuchar el audio de nuevo este debe sonar. Al navegar se debe poder ir solo a la derecha (avanzar), y en la segunda página debe pasar lo mismo que en la primera página al llegar, y luego el usuario debe poder volver a la primera.
Tipo de Usuario	Jugador

Tabla 5-30: Caso de uso 2, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	CU002
<b>Nombre</b>	Interacción con el juego
<b>Requisito Asociados</b>	RF004, RF016
<b>Descripción</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario elige un botón en una pregunta para dar la respuesta correcta.</li> <li>2. El usuario vuelve a la historia.</li> <li>3. El usuario navega por la historia</li> <li>4. El usuario vuelve a la pregunta original.</li> </ol>
<b>Peor Valor Aceptable</b>	El usuario ingresa una respuesta en una pregunta y se guarda el resultado correspondiente. Luego debe poder volver a la historia, recorrerla como quiera y volver a la pregunta nuevamente.
<b>Tipo de Usuario</b>	Jugador

Tabla 5-31: Caso de uso 3, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	CU003
<b>Nombre</b>	Determinar Peso: Balanza
<b>Requisito Asociados</b>	RF005, RF007, RF008
<b>Descripción</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario elige la balanza como herramienta.</li> <li>2. El usuario arrastra un elemento a medir (roca o tanque de oxígeno) a la balanza de una de las mediciones.</li> <li>3. El usuario arrastra otro elemento a medir a la balanza de la misma medición.</li> <li>4. El usuario agrega la medición a la tabla.</li> <li>5. El usuario borra la medición de la tabla.</li> </ol>
<b>Peor Valor Aceptable</b>	El usuario debe ser capaz de elegir la balanza e ir a la página de mediciones de esta. Luego, debe poder arrastrar un elemento de medición a la balanza, y junto a otro hacer una medición. Finalmente, debe ser capaz de agregar la medición a la tabla y borrarla.
<b>Tipo de Usuario</b>	Jugador

Tabla 5-32: Caso de uso 4, FUENTE: Elaboración propia

Atributo		Descripción
Identificador		CU004
Nombre		Determinar Peso: Otra herramienta
Requisito Asociados		RF006, RF007, RF008
Descripción		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario elige una herramienta que no sea la balanza.</li> <li>2. El usuario arrastra un elemento a medir (roca o tanque de oxígeno) en una de las mediciones.</li> <li>3. El usuario arrastra la herramienta a la misma medición.</li> <li>4. El usuario agrega la medición a la tabla.</li> <li>5. El usuario borra la medición de la tabla.</li> </ol>
Peor	Valor	El usuario debe ser capaz de elegir una herramienta e ir a la página de mediciones de esta. Luego, debe poder arrastrar un elemento de medición a alguna medición. A continuación, debe poder arrastrar la herramienta a la misma medición, para hacer la medición. Finalmente, debe ser capaz de agregar la medición a la tabla y borrarla.
Tipo de Usuario		Jugador

Tabla 5-33: Caso de uso 5, FUENTE: Elaboración propia

Atributo		Descripción
Identificador		CU005
Nombre		Mecanismo
Requisito Asociados		RF009, RF010, RF011, RF012, RF013
Descripción		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario ingresa al juego Mecanismo</li> <li>2. El usuario elige la pala</li> <li>3. El usuario excava en la tierra</li> <li>4. El usuario borra la excavación.</li> <li>5. El usuario elige una tubería</li> <li>6. El usuario pone la tubería en la roca</li> <li>7. El usuario borra la tubería (repetir 5,6, y 7 para todas las tuberías)</li> <li>8. El usuario aprieta el botón “Soltar Agua”.</li> <li>9. El usuario registra lo que hizo en la tabla.</li> </ol>
Peor	Valor	El usuario debe ser capaz de excavar <b>solo</b> en la tierra, al igual que poner tuberías <b>solo</b> en las rocas. Se deben poder poner todos los tipos de tuberías. Asimismo, debe ser capaz de borrar lo que hizo, como también probar el camino que hizo. Finalmente, debe ser capaz de registrar sus acciones en una tabla.

<b>Tipo de Usuario</b>	Jugador
------------------------	---------

Tabla 5-34: Caso de uso 6, FUENTE: Elaboración propia

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificador</b>	CU006
<b>Nombre</b>	Guardar resultados
<b>Requisito Asociados</b>	RF014, RF015
<b>Descripción</b>	Un jugador debe resolver el juego completo 1. El usuario revisa los resultados en la <i>tablet</i> . 2. El usuario revisa los resultados en la base de datos.
<b>Peor Valor Aceptable</b>	El usuario revisa que haya todos los indicadores hayan sido cubiertos. Luego revisa esto en la <i>tablet</i> , junto al ID ingresado. Finalmente, revisa que los mismos resultados que estaban en esta estén en la base de datos.
<b>Tipo de Usuario</b>	Administrador

## 5.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema cuenta con una arquitectura basada en una aplicación *web*. El juego está separado en sub-juegos, donde cada sub-juego cuenta con varias páginas. El número de páginas y sus funcionalidades dependen de cada sub-juego. Cada sub-juego cuenta con un mini-repositorio de contenidos multimedia (imágenes y audios).

Cada página tiene la siguiente estructura, que es consistente con la librería *Phaser*. Primero se cargan todas las texturas. Luego, se sitúan en un *canvas*. Aquí se ubican botones e imágenes. En el sub-juego Determinar Peso se cargan los elementos interactivos y los motores de física que debe haber para que estos funcionen.

Si es que la página contiene un indicador que se mide, entonces este se guarda localmente hasta que finalmente se mandan todos los indicadores a un servidor que los recibe y los almacena en una base de datos (con el ID de cada *tablet* respectivamente).

Un diagrama de la arquitectura se puede ver en la siguiente imagen:

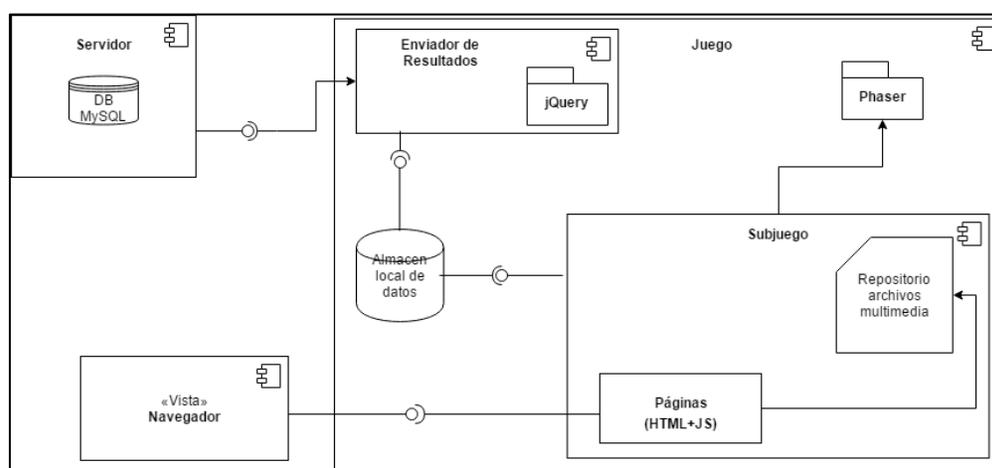


Figura 5-1: Arquitectura del sistema, FUENTE: Elaboración propia

## 5.5 RED LOCAL

Cada vez que se tomaba el *test*, se montaba una red local para poder almacenar los resultados de cada uno de los *tablets*. En esta red, se montaba un servidor local, donde cada *tablet* mandaba los resultados a este servidor y los almacenaba en una base de datos *MySQL*. Estos resultados después se podían revisar mediante la herramienta *phpmyadmin*.

## 6. USABILIDAD

Como los sujetos del instrumento son niños, la usabilidad de este es muy importante. Se define como la facilidad que tiene un sistema para poder usarse (Nielsen, 1993). Por lo mismo su importancia, ya que los mientras más usabilidad tenga este sistema, entonces puede cumplir de mejor manera su objetivo sin que los resultados puedan estar “contaminados” por factores externos. Anteriormente se comentó que en la primera iteración de este instrumento se hizo un *test* escrito, y las limitaciones que este tenía. Estas tenían que ver principalmente con la usabilidad del instrumento, ya que era difícil de entender, era muy extenso y entonces no estaba centrado en el usuario. En consecuencia, se decidió que el instrumento fuese un videojuego para eliminar estas limitaciones.

No obstante, estas limitaciones no se eliminan automáticamente cuando el instrumento pasa a ser un videojuego, sino que están íntimamente relacionadas con la usabilidad de este. Por consiguiente, cuando el videojuego ya estaba completo se ideó un *test* de usabilidad basado en los componentes definidos por Nielsen.

Este *test* comprende los 5 componentes esenciales de la usabilidad de un sistema, es decir: que sea aprendible, eficiente, recordable, que conviva con los errores, y sea satisfactorio. Un análisis básico desde esta perspectiva, del *test* inicial escrito arroja rápidamente dos grandes problemas. Este *test* era muy poco aprendible (a los usuarios les costaba mucho ejecutar las tareas que se les pedían), y también era muy poco satisfactorio (no era agradable de ejecutar, por lo extenso y poco atractivo para ellos).

El *test* de usabilidad creado buscaba definir un estándar mínimo de usabilidad del sistema. Este estándar se definía mediante un puntaje que se calculaba después que usuarios utilizaban el sistema. A pesar de que en la sección anterior se definieron dos usuarios (jugador y administrador), el *test* de usabilidad se aplicará solo a jugadores. Esto porque los usuarios administradores solo ejecutan una tarea y además son los creadores mismos del sistema, por lo que este tipo de análisis no tiene sentido para ellos.

## 6.1 DESCRIPCIÓN DEL *TEST*

El *test* cuenta con el mismo sujeto de estudio en el que está enfocado el instrumento: niños de 9 a 12 años. Las tareas que busca evaluar son:

### Generales

1. Moverse entre páginas.
2. Escuchar audio.
3. Leer instrucción y responder usando botón

### Propias de cada juego

(Mecanismo)

4. Interacción con botones de:
  - a. Acción (excavar tierra y poner tuberías)
  - b. Borrar (quitar excavación de tierra y tuberías puestas)
5. Soltar agua.
6. Interacción con tablero de juego: Aplicar botón escogido.
7. Rellenar tabla de instrucciones.

(Determinar Peso)

8. Hacer mediciones
9. Agregar medición a tabla.
10. Borrar medición de la tabla

Cada acción se evalúa en cada uno de los componentes esenciales de usabilidad que se mencionaron anteriormente. Se evalúan en 2 o 3 alternativas por cada componente, y cada evaluación entrega un puntaje. A continuación, se puede observar la rúbrica de evaluación de una de las tareas, y en el Anexo D: *Test* de usabilidad se puede ver el *test* completo.

Tabla 6-1: Ejemplo de análisis de usabilidad de una de las tareas del sistema, FUENTE:

Elaboración propia

	<b>4. Hacer mediciones</b>
Aprendible	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que puede tomar un elemento de medición (roca o tanque de oxígeno) y moverlo al cuadro de medición? < 2 seg > 2 seg y < 4 seg > 4 seg
Eficiente	¿Cuánto tiempo demora el usuario en tomar un elemento de medición (roca o tanque de oxígeno) y moverlo al cuadro de medición? < 2 seg > 2 seg y < 4 seg > 4 seg
Recordable	Una vez que se explicó cómo medir un elemento de medición, el usuario es capaz de volver a hacerlo sin ayuda. Sí No
Vivir con los errores	¿Cuántas veces el usuario intenta aplicar esta acción y no puede? 0 Más de una vez y menos que tres Más de tres
Satisfactorio	¿Cómo se siente el usuario, en específico en el nivel de control, al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado

## 6.2 RESULTADOS *TEST* DE USABILIDAD

El *test* se aplicó a tres sujetos. La cantidad de sujetos de estudio del *test* está determinada por lo extenso y exhaustivo del *test*. Este duraba aproximadamente 35 minutos y se tomaba de forma individual. Sumado a esto, como la metodología de estudio corresponde al *Design Based Research* (Brown A. , 1992), hay muchas iteraciones del sistema creado por lo que aplicarlo a más sujetos tiene un costo muy alto.

Los sujetos del estudio fueron dos niñas de 9 y 12 años respectivamente y un niño de 10 años. Se procuró que hubiese una diferencia en el nivel socioeconómico entre los sujetos para que hubiese mayor diversidad.

Además del *test* de usabilidad, y dentro del contexto del *design based research* hubo al menos dos iteraciones en distintos colegios donde no se consideraron los resultados de los indicadores, sino que más bien sirvieron como una experiencia de medición de usabilidad y otras características del *test*.

La forma de puntuar el *test* corresponde a una asignación de 2, 4 y 6 puntos en cada evaluación de tres alternativas, con 2 puntos para la peor opción y 6 para la mejor. Para las evaluaciones de dos alternativas era 0 y 4 puntos respectivamente. Con un puntaje acumulado de 280 puntos en total, se clasificó como aceptable un 50% de logro. Los resultados son:

Table 6-2: Resultados *test* de usabilidad, FUENTE: Elaboración propia

<b>Sujeto</b>	<b>Resultado (% de 280 puntos)</b>
<b>Niña 9 años</b>	43%
<b>Niño 10 años</b>	80%
<b>Niña 11 años</b>	68%

Por lo tanto, se obtuvo un nivel aceptable en la aplicación del *test*.

Los resultados obtenidos en la aplicación de este *test* además de las lecciones aprendidas en las dos iteraciones que se hicieron del juego en colegios sirvieron para diseñar la versión final del juego, la que finalmente se aplicó para validarlo como un instrumento de medición.

### **6.3 LECCIONES DE LAS ITERACIONES DEL *DESIGN BASED RESEARCH***

Las lecciones aprendidas en las iteraciones fueron varias. La más importante radica en lo vital de centrar el sistema en el usuario (que es una de las razones de por qué se hicieron análisis de usabilidad y experiencia del usuario). Que estos sean niños de 9 a 12 años de distinto nivel socioeconómico no es algo trivial, sino que añade una complejidad extra al diseño del sistema y del videojuego como tal. Preconcepciones que el equipo creador tenía al crear el videojuego (en cuanto al lenguaje, metáforas incluidas, y

funcionalidades), al testearse con los usuarios se daba cuenta de lo equivocadas que estaban.

En varios indicadores se observó cómo las preguntas o instrucciones de alguna actividad no eran claras o tenían lenguaje muy complejo para los estudiantes, por lo que se reformulaban. No solo pasaba esto con el lenguaje ocupado, sino que también con referencias culturales dentro de la narrativa que a veces no eran familiares ni conocidas para el sujeto de estudio. Pequeños elementos como botones de acción con metáforas que a veces no hacían eco con los estudiantes también fueron objeto de cambio durante las iteraciones.

Otro elemento que afectó mucho la usabilidad y experiencia del usuario fue la extensión del videojuego. Una de las razones de por qué se creó un videojuego desde un principio fue reducir la extensión del instrumento. Sumado a esto, a medida que se hicieron las iteraciones, el equipo creador se dio cuenta que algunos de los indicadores creados estaban mal formulados, o bien el objetivo de evaluación que tenían distaba mucho de cómo se implementaron en el videojuego. Por ello, es que varios de los indicadores se eliminaron<sup>4</sup>, y esto hizo al videojuego en general mucho más conciso y menos reiterativo. Esto provocó que los usuarios no perdieran el interés a medida que avanzaban en el videojuego, lo que significaba mejores respuestas y una mayor atención a lo que estaban haciendo.

Se desprende de lo anterior el análisis que se hizo de la implementación en el videojuego de algunos de los indicadores. Cuando se analizaban los resultados de los estudiantes en las iteraciones, se observaba que algunos indicadores tenían resultados muy dispares y poco consistentes. Al ahondar en la evaluación de ellos en el videojuego, se

---

<sup>4</sup> Esta eliminación no fue trivial. Se cuidó mantener al menos un indicador por sub-habilidad (ver Anexo A), así como de mantener la integridad del modelo de evaluación. En general, todas las decisiones en cuanto a eliminación de indicadores tenían que ver con la formulación inicial de estos. Muchos de los indicadores eliminados se redactaron inicialmente con un enfoque en el lenguaje, y este enfoque se apartaba del razonamiento científico-matemático, por ello no se adaptaban bien al resto del videojuego.

observaba que la formulación del indicador era poco clara, la pregunta o actividad muy compleja de entender, o bien una mezcla de ambos factores. Esto derivó que algunos indicadores se eliminaran y otros se modificaran (respecto a cómo se estaban evaluando en el juego).

## 7. VALIDACIÓN Y RESULTADOS

Una vez que el *test* ya fue diseñado, creado y probado con usuarios reales, queda validarlo como un instrumento de medición del pensamiento crítico. Para eso, se describirá la metodología experimental que se siguió y cómo se validó este *test*. Esta validación se separará en dos partes: primero se hará un análisis de la experiencia del usuario para analizar si es que la narrativa del instrumento afecta el desempeño de los estudiantes. A continuación, se hará un análisis estadístico para determinar si es que el instrumento cumple el objetivo de medir el nivel de pensamiento crítico. Dado que los colegios donde se validó el *test* también eran de distinto nivel socioeconómico, se pretenderá analizar si existe relación entre este hecho y los resultados de los estudiantes.

### 7.1 TRABAJO EXPERIMENTAL

Este *test* se tomó en el quinto básico de tres colegios. El total de alumnos que se cubrió fue de 179, repartidos en tres cursos por cada colegio. Se procuró que el nivel socioeconómico de todos los colegios fuese distinto desde uno bajo a uno alto, así como también las comunas a las que pertenecían (en este caso fueron las comunas de Lo Barnechea, Recoleta y Pudahuel).

Los dos juegos se aplicaron con dos semanas de diferencia. El tiempo se determina de tal forma que no sea tan extendido, para evitar que distintos factores particulares modifiquen las habilidades que se pretende medir, y no tan reducido, para minimizar el efecto residual de haber tomado la primera parte *test*.

El procedimiento para tomar el *test* consistió en lo siguiente:

1. Se entregaba un *tablet* a cada alumno.
2. Se le entregaba audífonos a cada alumno.

3. Se entregaba a cada alumno un facsímil, donde ellos anotaban su nombre, número de *tablet* y posteriormente contestaban las preguntas de respuesta abierta de cada juego.
4. Se daban las instrucciones del *test* a los alumnos.
5. Los alumnos comienzan el *test*.
6. Durante este, los examinadores no ayudan a los alumnos de ninguna forma salvo para solucionar problemas que tengan que ver con los juegos o bien los *tablets*.
7. Los profesores solo participan prestando apoyo para mantener la disciplina y el orden.
8. Al finalizar cada alumno, se le retiraban las hojas, el *tablet* y los audífonos hasta que todos terminaran.

## 7.2 EXPERIENCIA DEL USUARIO

En esta sección se hará un análisis de la experiencia del usuario, desde el punto de vista de los estudiantes. En base a estas experiencias, se pretende concluir si en ambos juegos elaborados la narrativa influye en los resultados de los estudiantes. Lo explicitado en esta sección sirve para ambos juegos, ya que son equivalentes en usabilidad y funcionalidades, lo único que cambia es la historia que une los sub-juegos y el diseño de cada uno. Por lo mismo, cuando haya diferencias que pudiesen marcar distintas experiencias del usuario y por ende interferencias en el desempeño de los alumnos en el *test*, también se explicitarán.

El análisis de la experiencia del usuario se centrará únicamente en los jugadores, ya que para los administradores no se creó un sistema donde fuese pertinente aplicar este tipo de análisis.

### 7.2.1 TAREAS

Las tareas que el **jugador** ejecuta son:

#### Generales

1. Moverse entre páginas.
2. Escuchar audio.
3. Leer instrucción y responder usando botón

#### Propias de cada juego

(Mecanismo)

4. Interacción con botones de:
  - c. Acción (excavar tierra y poner tuberías)
  - d. Borrar (quitar excavación de tierra y tuberías puestas)
5. Soltar agua.
6. Interacción con tablero de juego: Aplicar botón escogido.
7. Rellenar tabla de instrucciones.

(Determinar Peso)

8. Hacer mediciones
9. Agregar medición a tabla.
10. Borrar medición de la tabla

### 7.2.2 CARACTERIZACIÓN DEL USUARIO

El jugador se caracteriza de la siguiente manera:

- **Motivación:** Al ser un videojuego, el usuario vio la tarea como un pasatiempo.
- **Frecuencia de uso:** Ocasional.
- **Experiencia con la tarea:** Normales (cumplen con la tarea en un tiempo adecuado). A pesar que nunca habían jugado a este juego en particular, ya estaban muy familiarizados con tareas similares anteriormente.

- **Experiencia con tareas análogas:** Alta, y es por el medio en que se presenta el juego (*tablets*).

Hay que destacar que, al ser tareas análogas entre ambos juegos, cuando los usuarios se enfrentaron al segundo ya tenían experiencia y por ende se apreciaba un *expertise* mayor con las tareas, por lo tanto, podían considerarse usuarios expertos (Hackos & Redish, 1998).

- **Pertenencia:** Habitué (altamente familiarizados con el contexto de la tarea).
- **Habilidades con la tarea:** Expertas
- **Predisposición:** Indiferencia (muchas veces se han enfrentado a juegos nuevo en el mismo contexto, es decir, en *tablets*).
- **Nivel de elección:** Al usuario se le decide cuándo y cómo debe realizar la tarea.
- **Nivel de decisión:** Individual.
- **Nivel de responsabilidad:** Usuario.

En cuanto al nivel de entrega de información de uso del sistema al usuario, las instrucciones que se entregó por tarea se

Table 7-1: Nivel de entrega de información de uso del sistema y respuesta del usuario por juego,

FUENTE: Elaboración propia.

Tareas	Nivel de entrega de información de uso del sistema	Respuesta del usuario para el primer juego	Respuesta del usuario para el segundo juego
--------	--	--	---

<b>Moverse entre páginas</b>	No hay instrucciones. Se recurre a una metáfora.	El usuario entendió la metáfora y fue capaz de realizar la tarea	El usuario entendió la metáfora y fue capaz de realizar la tarea
<b>Escuchar audio</b>	No hay instrucciones. Se recurre a una metáfora.	El usuario entendió la metáfora y fue capaz de realizar la tarea	El usuario entendió la metáfora y fue capaz de realizar la tarea
<b>Leer instrucción y responder usando botón</b>	Se da instrucción una vez y después se espera que el usuario sea capaz de repetirlo por todo el juego.	Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a partir de la instrucción.	La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.
<b>Interacción con botones de acción (Mecanismo)</b>	Se da una instrucción general de qué es lo que hay que hacer, pero no hay un tutorial paso a paso ni tampoco por herramienta.	Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a partir de la instrucción.	La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.
<b>Interacción con botones de borrar (Mecanismo)</b>	Se da una instrucción general de qué es lo que hay que hacer, pero no hay un tutorial paso a paso ni tampoco por herramienta.	Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a partir de la instrucción.	La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.
<b>Soltar agua (Mecanismo)</b>	Se da una instrucción general de qué es lo que hay que hacer, pero no hay un tutorial paso a paso ni tampoco por herramienta.	Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a partir de la instrucción.	La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.

<p><b>Interacción con tablero de juego: Aplicar botón escogido (Mecanismo)</b></p>	<p>Se da una instrucción general de qué es lo que hay que hacer, pero no hay un tutorial paso a paso ni tampoco por herramienta.</p>	<p>Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a partir de la instrucción.</p>	<p>La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.</p>
<p><b>Rellenar tabla de instrucciones (Mecanismo)</b></p>	<p>Se da una instrucción general de qué es lo que hay que hacer, pero no hay un tutorial paso a paso ni tampoco por herramienta.</p>	<p>Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a partir de la instrucción.</p>	<p>La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.</p>
<p><b>Hacer mediciones (Determinar Peso)</b></p>	<p>Hay un tutorial disponible pero un porcentaje menor de usuarios lo usó</p>	<p>Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a pesar de existir el tutorial. Había también una comodidad por preguntar a los examinadores en vez de ver el tutorial.</p>	<p>La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.</p>
<p><b>Agregar medición a la tabla (Determinar Peso)</b></p>	<p>Hay un tutorial disponible pero un porcentaje menor de usuarios lo usó</p>	<p>Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a pesar de existir el tutorial. Había también una comodidad por preguntar a los examinadores en vez de ver el tutorial.</p>	<p>La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.</p>

<b>Borrar medición de la tabla (Determinar Peso)</b>	Hay un tutorial disponible pero un porcentaje menor de usuarios lo usó	Algunos usuarios no fueron capaces de realizar la tarea a pesar de existir el tutorial. Había también una comodidad por preguntar a los examinadores en vez de ver el tutorial.	La gran mayoría de los usuarios fue capaz de realizar la tarea.
--	--	---	---

### 7.2.3 METÁFORAS

A continuación, se analizarán las metáforas que se incluyeron en el videojuego y cómo fueron recibidas por los usuarios.

- 1. Flechas de navegación:** Se ocuparon flechas hacia la izquierda y derecha para que los usuarios pudiesen navegar entre las páginas del juego, es decir, avanzar y retroceder. Las imágenes ocupadas se pueden observar en la Figura 4.

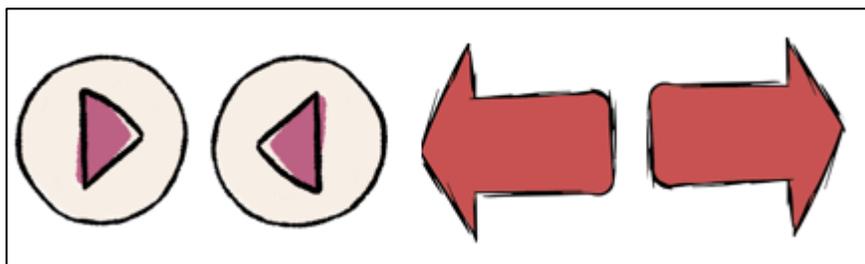


Figura 7-1: Flechas de navegación, FUENTE: Elaboración propia

- 2. Volver a escuchar sonido:** Se ocupó la metáfora ampliamente conocida (aparece en todos los navegadores de internet) de refrescar junto a la metáfora del sonido (que aparece en todos los dispositivos móviles que hay). La imagen resultante se puede observar en la Figura 5.



Figura 7-2: Volver a escuchar sonido, FUENTE: Elaboración propia

- 3. Apretar botones:** Se ocupó la metáfora de un botón físico que al apretarlo queda hundido, y en general se ve más oscuro. Esta metáfora se ocupa ampliamente en sistemas computacionales. El ejemplo se puede observar en la Figura 6.



Figura 7-3: Metáfora con botón sin apretar y apretado, FUENTE: Elaboración propia

4. **Drag and drop:** Se ocupa la metáfora correspondiente a “tomar y arrastrar”, perteneciente a la vida real y de amplio uso en los sistemas computacionales hoy (por ejemplo, el mover archivos de una carpeta a otra, para cualquier sistema operativo). Se puede observar en la Figura 7.

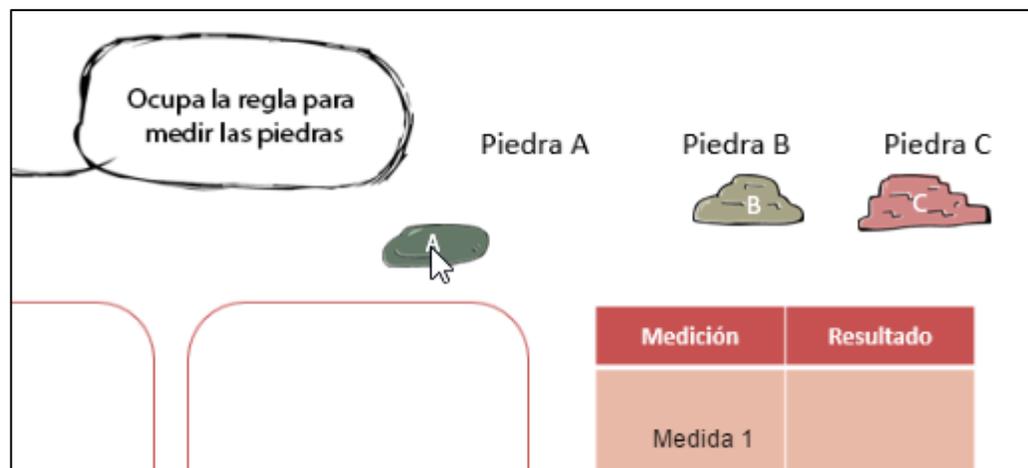


Figura 7-4: Ejemplo "drag and drop" en el mini-juego Determinar peso, FUENTE:

Elaboración propia

5. **Botón de cavar:** Se ocupa la metáfora de una pala referenciando al acto real de cavar para poder cavar en el mini-juego Mecanismo. El ejemplo de la metáfora se puede ver en la Figura 8.



Figura 7-5: Uso de pala en la metáfora para el botón de cavar, FUENTE: Elaboración

propia

- 6. Botón de borrar:** Se ocupa la metáfora de la goma para borrar lo que se hizo en el mini-juego Mecanismo. El ejemplo de la metáfora se puede ver en la Figura 9.



Figura 7-6: Uso de goma en la metáfora para el botón de borrar, FUENTE: Elaboración propia

#### 7.2.4 WORKFLOW DE ACTIVIDADES

Se hizo un *workflow* de las tareas que tiene el sistema. Este sirve para obtener información en cómo un proceso que involucra distintos usuarios en distintas etapas se realiza (Hackos & Redish, 1998). Es decir, la realización de esta secuencia permitió observar diferencias en el proceso que sigue cada usuario. Esto sirvió para determinar si estas diferencias impedían que el usuario lograra su objetivo al realizar cada tarea, y también para saber si la narrativa influía en esta interpretación distinta del proceso. Cabe destacar que el proceso del instrumento es en general lineal, con pocas oportunidades para “desviarse” del *workflow* esperado. El *workflow* del instrumento se puede observar en el Anexo E: *Workflow* de actividades del sistema.

#### 7.2.4.1 Objetivos cuantificables del *workflow*

Definir el *workflow* no es suficiente para analizar las tareas y cómo el usuario se enfrenta a ellas. Para ello, también es necesario hacer un análisis detallado de cada una de ellas. Este análisis se basó en los siguientes objetivos cuantificables. Salvo el tiempo, que se midió de forma porcentual, todos estos objetivos se miden en una escala de Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto.

- Frecuencia: De realización de la actividad.
- Tiempo: Como un porcentaje del total que le toma al estudiante terminar el instrumento.
- Criticidad: Qué tan importante es la actividad en comparación a las otras para poder terminar el instrumento.
- Complejidad para el usuario: Qué tan difícil es la tarea de realizar para el usuario.
- Tiempo de aprendizaje: Cuánto se demora el usuario en aprender a hacer la tarea.
- Tiempo de convertirse en un hábito: Cuánto se demora el usuario en habituarse a hacer la tarea.
- *Throughput*: Qué tan efectiva es la tarea en cuanto a su objetivo inicial.
- Tasa de errores aceptable: Qué tanto afecta que haya errores en esta tarea en relación al objetivo inicial de la tarea.
- Nivel de agrado: Qué tan agradable es realizar la tarea.

El análisis según estos objetivos se puede observar en el Anexo F: Análisis por actividad. De este se puede extraer que las tareas que eran más complejas de realizar o simplemente no tenían una instrucción clara mejoraron en el segundo juego, probablemente porque los estudiantes ya sabían cómo hacerla y por ende la experiencia en general (nivel de agrado mejoró).

## 7.2.5 ANÁLISIS DEL ENTORNO

Dado que el análisis del *workflow* determinó que las diferencias entre el nivel de satisfacción con los juegos 1 y 2 están dadas principalmente porque las tareas se repiten y entonces hay un aprendizaje en su realización. Entonces es necesario hacer otro tipo de análisis para saber cómo la narrativa puede afectar el desempeño en general de los estudiantes. Para ellos, se hará un análisis del entorno.

### 7.2.5.1 Entorno social

Este entorno determina la conducta emocional. Tiene que ver por cómo los usuarios se sienten al resolver el instrumento. En este caso, como la metodología para tomar el *test* fue igual para todos, independiente del colegio y del juego, todos los alumnos se sintieron igual. Al hacer un análisis por ítem, se corrobora esto y vemos lo siguiente.

- Existen presiones por una actuación rápida: No, todos los colegios y ambos juegos tuvieron el mismo tiempo para resolver el instrumento.
- Existe algún tipo de soporte: Sí, todos los colegios y ambos juegos tuvieron el mismo tipo de soporte (ayuda técnica de parte de los examinadores).
- Las personas que comparten tareas pueden comunicarse: No, y esto se repitió en todos los colegios y en ambos juegos.
- Existe algún riesgo involucrado al realizar la tarea: No.
- El espacio disponible para realizar la tarea es adecuado: Todos los colegios y ambos juegos tuvieron el mismo espacio, es decir, la sala de clases de cada uno de los cursos.

### 7.2.5.2 Entorno físico

Este entorno determina las condiciones físicas a las que se enfrentaron los estudiantes al realizar el instrumento. Como todos los alumnos ocuparon las mismas *tablets* para ambos juegos y también realizaron el instrumento en sus propias salas de

clases, entonces estas condiciones fueron iguales para todos. De hecho, se procuró resguardar este hecho para que no influyera en sus resultados ni la experiencia en general.

#### 7.2.5.3 Entorno cultural

En este entorno se encontraron las principales diferencias entre juegos, que explican las diferencias entre los desempeños de los alumnos y el nivel de satisfacción general con ambos juegos. Es decir, explica cómo la narrativa afecta el desempeño de los alumnos.

El segundo juego contiene referencias culturales mucho más cercanas para los usuarios. Estas referencias tienen que ver con tecnología, y la tecnología está íntimamente relacionada con el cotidiano de los estudiantes. Además, al haber protagonistas niños y de distinto género es más fácil para ellos sentirse identificados. Los conceptos utilizados también son más sencillos y por lo tanto se superan barreras de comprensión.

Es importante destacar que la narrativa del juego 2 es mucha más dinámica y acotada (es más corta) lo que hace que sea más agradable el resolverlo. “Los nativos digitales (nacidos después de 1980) están acostumbrados a recibir información rápidamente” (Prensky, 2001) reafirma cómo este hecho pudo haber afectado los resultados de los estudiantes.

### **7.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Considerando que hubo un total de 179 estudiantes que hicieron el instrumento, que se tomó en tres colegios, y que cada juego contenía un total de 24 preguntas evaluadas con 0 ó 1. Los resultados son los siguientes:

## Medias

Tabla 7-2: Media de los resultados por colegio y por juego, FUENTE: Elaboración propia

	Juego 1	Juego 2
<b>Colegio 1 (NSE bajo)</b>	11,92	13,21
<b>Colegio 2 (NSE medio)</b>	11,64	13,22
<b>Colegio 3 (NSE alto)</b>	13,71	14,77

## Desviación estándar

Tabla 7-3: Desviación estándar de los resultados por colegio y por juego, FUENTE: elaboración propia

	Juego 1	Juego 2
<b>Colegio 1 (NSE bajo)</b>	2,94	3,01
<b>Colegio 2 (NSE medio)</b>	2,81	2,81
<b>Colegio 3 (NSE alto)</b>	3,06	2,68

Además, se sacó el alfa de Cronbach de cada juego. Este sirve para evaluar la confiabilidad y consistencia interna de un instrumento de evaluación (Cronbach, 1951). Estos fueron:

Tabla 7-4: Alfa de Cronbach de ambos juegos, FUENTE: Elaboración propia

<b>Alfa de Cronbach</b>	
<b>Juego 1</b>	0,6
<b>Juego 2</b>	0,6

## 8. CONCLUSIONES

El pensamiento crítico es una habilidad multidimensional, que está compuesta por varias sub-habilidades. Existen diversas perspectivas sobre sus definiciones, sobre cómo debe medirse, y sobre su transferibilidad, etc. Pero si hay un consenso generalizado es en la importancia que tiene esta habilidad para cualquier persona.

En una época donde la información crece exponencialmente, y donde cada persona tiene un acceso cada vez mayor a diversas fuentes de información, el pensamiento crítico es clave para poder procesarla. El cuestionar las fuentes de información, ser capaz de emitir una opinión en base a información válida, sacar inferencias y conclusiones son solo algunas de las habilidades que una persona con un buen nivel de pensamiento crítico puede poseer. Asimismo, no solo tiene una importancia para ella como ente social, sino también como profesional, ya que al fin y al cabo es una habilidad transversal que es aplicable a muchísimos contextos y disciplinas.

Si se enfoca en la educación de las personas, se puede observar que hay un cambio de paradigma. Ya no es una simple transferencia de contenidos de parte del profesor, sino que está cambiando a la construcción del conocimiento por cada estudiante. En consecuencia, habilidades como el pensamiento crítico se hacen fundamentales, ya que son el medio por el que alumno puede construir correctamente este conocimiento. Por ello es que el desarrollo de esta habilidad debe existir desde la más temprana edad. Chile no se queda atrás, incorporando el pensamiento crítico y otras habilidades al currículum nacional.

Sin embargo, parte del desarrollo del pensamiento crítico consiste en medirlo ¿Cómo saber si se está desarrollando o no, si no se está midiendo? En consecuencia, nace la necesidad de crear un instrumento que pueda medir el pensamiento crítico. En particular, enfocado en niños de 9 a 12 años, es decir, de quinto básico, para saber si este objetivo curricular se está cumpliendo. Además, y para hacerlo más acotado aún, el

instrumento está creado para medir el pensamiento crítico en el razonamiento lógico matemático.

El modelo de evaluación de este instrumento toma como base una definición del pensamiento crítico que lo descompone en las sub-habilidades de interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y metacognición. (Halpern, 2014). Luego, se tomó el Reporte Delphi (Facione, 1990), y en base a las definiciones que entrega de estas sub-habilidades, se construyeron 32 indicadores.

Mediante la metodología del *design based research*, y el modelo de evaluación previamente mencionado, se creó un instrumento de medición basado en las pruebas PISA y TIMSS de ciencias y matemáticas. Este instrumento consistía en 6 actividades con preguntas que abarcaban los 32 indicadores. Estos indicadores se evaluaban como logrado o no logrado. Un pivoteo inicial en un colegio con 70 estudiantes arrojó que el instrumento no cumplía con un alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) adecuado. Además, el análisis de la experiencia de usuario indicó que los estudiantes no se sentían a gusto con el instrumento creado porque era muy extenso y en general no comprendían las preguntas que tenía. En consecuencia, se buscó crear un instrumento que pudiese subsanar todos estos problemas.

Para ello, se partió acortando los indicadores a 24. Después, se creó un instrumento de medición que fuese un videojuego. Esto con el objetivo que el *engagement* de los estudiantes con este fuese mucho mayor, y además para que facilitara su comprensión. Este videojuego está compuesto por 4 mini-juegos, y unidos por una narrativa en común.

Para evitar que la narrativa creada pudiese influir en los resultados y desempeño de cada estudiante, se crearon dos juegos con narrativas distintas, pero donde los indicadores se medían de la misma forma. Una vez creados ambos juegos, se aplicó un *test* de usabilidad aplicado a sujetos de las mismas características que los que posteriormente validarían el instrumento. Este *test* junto a dos iteraciones de los

videojuegos en colegios permitió tener el instrumento final y listo para poder aplicarse en colegios.

El instrumento se aplicó en tres colegios de nivel socioeconómico (NSE) bajo, medio y alto. Cada colegio contaba con tres cursos distintos y con un total de 179 alumnos. Cada uno de los dos juegos creados se evaluó con dos semanas de diferencia. Una vez que el instrumento ya se tomó en los colegios, se procedió a validarlo

El primer objetivo de la validación era determinar si el videojuego creado sirve o no como un instrumento de medición del pensamiento crítico. Para analizar el cumplimiento de esto, nos podemos basar en el alfa de Cronbach. Como se mostró anteriormente, el alfa para ambos juegos fue de 0,6, lo que indica que el instrumento alcanza a ser validado como *test*. Sin embargo, este coeficiente podría ser más alto. Esto se podría explicar por varios motivos. El primero es el diseño en el tipo de evaluación del instrumento. Hay una discusión abierta sobre cuál es el método correcto para evaluar el pensamiento crítico. Así como hay autores que apoyan las preguntas de opción múltiple en la evaluación del pensamiento crítico (Gueldenzoph & Snyder, 2008), hay otros que apoyan muchísimo más las evaluaciones de pregunta abierta (Ennis R. H., 1993). El diseño de este instrumento en particular es una mezcla de ambos. Esta decisión no fue azarosa y también está apoyada en la literatura (Lai, 2011), además de permitir una evaluación mucho más escalable. Esta divergencia de opiniones respecto a esta decisión puede ser una de las razones del alfa, ya que no hay consenso aún sobre cuál es la mejor opción.

Al considerar que el modelo usado supone la descomposición del pensamiento crítico en sub-habilidades, se puede observar un problema. “La disposición a pensar críticamente se confunde con la habilidad de hacerlo” (Lai, 2011). Es decir, es fácil

confundir disposiciones<sup>5</sup> con verdaderas habilidades. Como los indicadores son bastantes específicos, y se miden individualmente y solo una vez, no hay una correlación entre la demostración de alguna sub-habilidad con la posesión de esta. Por ejemplo, para la metacognición, si algún estudiante vuelve a leer las fuentes para responder una pregunta no significa que tenga integrada la metacognición en su proceso de aprendizaje, o que sea consciente de este.

Otro elemento que puede explicar el alfa son las diferencias por NSE. En los resultados se puede observar claramente mejores resultados para el colegio de nivel alto. Esto produce diferencias significativas entre los resultados de los sujetos. Se puede explicar primero por el nivel cultural de los niños. Entre niños de distintos NSE, hay una diferencia en lenguaje importante (Hart & Risley, 2003), que luego deriva en diferencias culturales. Esta derivación se da porque el mundo que ellos conocen es mucho más acotado. Esto también se corrobora con lo observado en el análisis de la experiencia del usuario, donde el entorno cultural fue un elemento preponderante, y obviamente si hay diferencias culturales entre los estudiantes sus resultados se verán afectados. Hay incluso una correlación entre las brechas en cuanto a rendimiento académico, que además se relaciona con el nivel educacional de los padres (Agencia de Calidad de la Educación, 2015), lo que explica también estas brechas culturales.

Las diferencias en los resultados de cada juego, donde se observa un promedio mayor en el segundo que en el primero, pueden explicarse por la experiencia del usuario. Como se comentó en el análisis hecho anteriormente, los dos juegos tienen tareas similares, entonces hay claramente un aprendizaje entre uno y otro. Esto, sumado al entorno cultural del segundo juego en comparación al primero, que permitió un nivel de agrado y satisfacción mucho mayor para los usuarios al resolverlo, significó que los

---

<sup>5</sup> Inclinación natural por hacer algo, que no significa poseer la habilidad o la demostración misma de esta. FUENTE: <https://www.insightassessment.com/About-Us/Measured-Reasons/pdf-file/The-Disposition-Toward-Critical-Thinking-Its-Character-Measurement-and-Relationship-to-Critical-Thinking-Skill-PDF>

alumnos tuviesen una actitud distinta al resolverla y por ende mejores resultados<sup>6</sup>. Estas diferencias también demuestran como la narrativa de un juego en comparación al otro puede influir en los resultados, independiente que las tareas fuesen iguales.

Como aprendizaje para la creación de un instrumento de medición del pensamiento crítico, hay que ser muy cuidadosos con el modelo de evaluación. Este debe considerar elementos como el objetivo del instrumento (a quién mide, para qué se crea, entre otros), ya que en base en a esta información se debiese crear el modelo. Hay una discusión constante respecto a esta habilidad, y eso provoca que no haya un consenso sobre las mejores técnicas ni metodologías para su medición. Por lo tanto, el instrumento en sí debe adaptarse al objetivo por el que se crea el instrumento.

Para este instrumento en particular, se hubiese logrado mejor el objetivo inicialmente planteado si se hubiese aprovechado aún más el medio que se ocupó (es decir, un videojuego interactivo con narrativa visual montado en *tablet* con interfaz *touch*), y haber hecho actividades y preguntas de respuesta abierta más que de opciones múltiples o cerradas. Además, las múltiples sub-habilidades que abarcaba el modelo de evaluación significó que cada una de ellas se midiese en acciones muy concretas, donde el realizarlas no significa necesariamente que el alumno las tuviese (disposiciones versus habilidades). Por lo mismo, el instrumento podría haber sido más acotado en estas dimensiones y no tan ambicioso en abarcar tantas sub-habilidades. Separarlo en partes, por cada sub-habilidad, podría ser una manera de crear un instrumento de medición efectivo. La narrativa también es un elemento importante, ya que claramente afecta el rendimiento. Si se crea una narrativa atractiva en un instrumento de evaluación puede ayudar a que los resultados de los estudiantes sean mucho más fidedignos.

---

<sup>6</sup> Esto se corrobora con la tabla 39, donde se observan diferencias de 1.29, 1.58 y 1.06 entre el juego 2 y 1 y para los colegios 1, 2 y 3 respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Calidad de la Educación. (2015). *Evolución de las brechas socioeconómicas de rendimiento en las pruebas SIMCE*. Santiago: Agencia de Calidad de la Educación.

Bailin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, 11(4), 361-375.

Bailin, S., Case, R., Coombs, R. J., & Daniels, B. L. (1999). Conceptualizing Critical Thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31(3), 285-302.

Bell, D. (2005). *Software Engineering For Students*. Pearson Education.

Brown, A. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.

Brown, N. J., Afflerbach, P. P., & Croninger, R. G. (2014). Assessment of Critical-Analytical Thinking. *Educational Psychological Review*, 26, 543-560.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika*, 16(3).

Downey, E. (2009). Graphic Novels in Curriculum and Instruction Collections. *Reference & User Services Quarterly*, 49(2), 181-188.

Dwyer, C., Hogan, M., & Stewart, I. (2014). An integrated critical thinking framework for the 21st century. *Thinking Skills & Creativity*, 12, 43-52.

Ennis, R. (1989). Critical Thinking and Subject Specificity: Clarification and Needed Research. *Educational Researcher*, 18(3), 4-10.

Ennis, R. H. (1993). Critical Thinking Assessment. *Theory Into Practice*.

- Facione, P. A. (1990). *Executive Summary, The Delphi Report*. California: American Philosophical Association.
- Fischer, S., & Spiker, V. (2000). *A framework for critical thinking research and training*. U. S. Army Research Institute.
- Gelerstein, D., del Río, R., Nussbaum, M., Chiuminatto, P., & López, X. (2016). Designing and implementing a test for measuring critical thinking in primary school. *Thinking Skills and Creativity, 20*, 40-49.
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). *Assesment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer.
- Griffiths, M. (2002). The educational benefits of videogames. *Education and Health, 20*(3), 47-51.
- Gueldenzoph, L., & Snyder, J. M. (2008). Teaching Critical Thinkin and Problem Solving Skill. *Delta Pi Epsilon Journal, 50*(2), 90-99.
- Hackos, J. T., & Redish, C. J. (1998). *User and Task Analysis for Interface Design*. John Wiley and Sons.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking*. New York: Psychology Press.
- Hart, B., & Risley, T. (2003). The early catastrophe: The 30 million word gap by age 3. *American Educator, 27*(1), 4-9.
- Jones, E. A., Hoffman, S., Moore, L., Ratcliff, S., Tibbetts, S., & Click, B. (1995). *National assessment of college student learning: Identifying college graduates' essential skills in writing, speech and listening, and critical thinking*. Washington: National Center on Postsecondary Teaching, Learning, and Assessment, University Park, PA.

Keane, T., Keane, W. E., & Bliedlau, A. S. (2016). Beyond traditional literacy: Learning and transformative practices using ICT. *Education and Information Technologies*, 21(4), 769-781.

Kuhn, D. (1999). A Developmental Model of Critical Thinking. *Educational Researcher*, 28(2), 16-26,46.

Lai, E. R. (2011). *Critical Thinking: A Literature Review*. Pearson Research Report.

Maričić, S., Špijunović, K., & Lazić, B. (2016). The influence of content on the development of students critical thinking in the initial teaching of mathematics. *Croatian Journal of Education*, 18(1), 11-40.

Marques, J. (2012). Moving from Trance to Think: Why We Need to Polish Our Critical Thinking Skills? *International Journal of Leadership Studies*, 7(1), 87-95.

MINEDUC. (2016). *Bases Curriculares y Programas de Estudio Matemáticas 5to Básico*. Obtenido de Currículum en Línea MINEDUC: [http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-21321\\_programa.pdf](http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-21321_programa.pdf)

NGSS Lead States. (10 de Febrero de 2017). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Obtenido de Next Generation Science Standards: <http://www.nextgenscience.org/get-to-know>

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press.

OECD. (2 de May de 2017). *Education GPS*. Obtenido de <http://gpseducation.oecd.org>"

Osakwe, R. N. (2009). The effect of early childhood education experience on the academic performances of primary school children. *Studies on Home and Community Science*, 143-147.

P21 Partnership for the 21st century learning. (2015). *P21 Framework definitions*. Obtenido de P21 Partnership for the 21st century learning: [http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21\\_Framework\\_Definitions\\_New\\_Logo\\_2015.pdf](http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo_2015.pdf)

P21 Skills. (6 de February de 2017). *Framework for the 21st century learning*. . Obtenido de Partnership for 21st skills: <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>

Prensky, M. (October de 2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5).

Real Academia de la Lengua Española. (2014). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*. Madrid: Espasa.

Rotherham, A. J., & Willingham, D. (2009). 21st Century Skills: The challenges ahead. *Educational leadership*, 16-21.

Simpson, E., & Courtney, M. (2002). Critical thinking in nursing education: Literature review. *International Journal of Nursing Practice*, 8(2), 89-98.

Swaggerty, E. A. (2015). Selecting engaging texts for upper elementary students who avoid reading or find reading difficult. En E. A. Swaggerty, *hildren's Literature in the Reading Program: Engaging Young Readers in the 21st Century* (pág. 150).

Willingham, D. T. (2007). Critical thinking: Why is it so hard to teach? *American Educator*, 8-19.

# **ANEXOS**

## ANEXO A: INDICADORES POR SUB-HABILIDAD

Habilidad	Sub-Habilidad	Indicador
<b>Interpretación</b>	Categorización	Clasificar elementos según ciertas reglas, criterios o procedimientos
	Decodificar la relevancia	Identificar qué elementos son relevantes para resolver un problema
	Aclarar significado	Explicar qué es lo que hay que hacer.
<b>Análisis</b>	Examinar ideas	Comparar conceptos o afirmaciones determinando similitudes y diferencias.
		Al recibir una tarea complicada, determina cómo se podría dividir en tareas más pequeñas y manejables
	Detectar argumentos	Identificar si un argumento está a favor o en contra de una afirmación dada.
<b>Evaluación</b>	Evaluar afirmaciones	Determinar si una afirmación es cierta o falsa en base a la información dada.
	Evaluar argumentos	Juzgar si un argumento es pertinente, aplicable o tiene implicancias para una situación
		Juzgar si una conclusión es correcta a partir de las premisas utilizadas.
	Evaluar alternativas	Evaluar los beneficios y dificultades de diferentes alternativas.
<b>Inferencia</b>	Cuestionar evidencia	Discriminar si una información es útil para construir un argumento
	Proponer alternativas	Plantear distintas estrategias para resolver un problema.
	Sacar conclusiones	Llegar a una conclusión a partir de las evidencias.
Llegar a una conclusión a partir de un proceso deductivo.		
<b>Explicación</b>	Indicar resultados	Al elaborar una explicación ordenar las ideas en una secuencia lógica
		Comunicar en forma gráfica las relaciones entre conceptos e ideas
		Elaborar un cuadro para organizar hallazgos propios.
	Justificar procedimientos	Registrar las etapas o pasos que se siguen cuando se trabaja en un procedimiento científico o en un problema difícil.
		Describir la estrategia utilizada para resolver un problema
	Presentar argumentos	Argumenta a favor o en contra de un punto de vista
Explicar la comprensión de un concepto		
<b>Auto regulación</b>	Auto examen	Volver a leer las fuentes para asegurarse que no se pasó por alto información importante o crucial.
		Revisar nuestras razones y procesos de razonamiento que nos condujeron a una conclusión dada.

## ANEXO B: PRUEBA INICIAL

### Ejercicios de Pensamiento Crítico

1.- La feria del pueblo tiene un puesto donde se pueden intercambiar láminas. Las láminas son las siguientes:



Lámina de carita



Lámina de oso



Lámina de futbolista

Las láminas se pueden intercambiar entre sí de esta manera:



1 lámina de oso vale 2 láminas de carita



2 láminas de oso valen 4 láminas de futbolista

Algunos niños fueron a la feria a intercambiar láminas.

Camila tiene todas estas láminas:



a) Agrúpalas según el tipo de láminas. ¿Cuántos grupos puedes formar? \_\_\_\_\_

¿Cuáles grupos formaste? \_\_\_\_\_

b) ¿Cuántas láminas de carita tiene Camila? \_\_\_\_\_

c) ¿Cuántas láminas de oso tiene Camila? \_\_\_\_\_

d) Juan dice que Camila tiene 5 láminas de futbolista ¿Está Juan en lo correcto? ¿Por qué?

e) Paula tiene 4 láminas de futbolista. Ella quiere cambiarlas por la mayor cantidad de láminas posible.

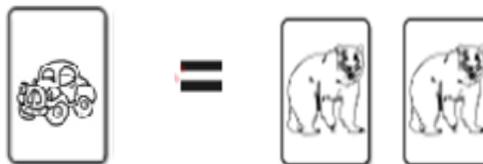
¿Debería cambiar sus láminas por láminas de carita o de oso?

¿Por qué?

f) Explica todos los pasos hay que seguir para conseguir la respuesta anterior.

g) ¿A cuántas láminas de carita son iguales las cuatro láminas de futbolista?

En la feria, salieron nuevas láminas de auto. Estas se pueden cambiar de la siguiente manera:

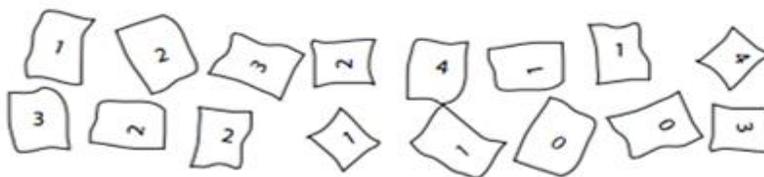


h) ¿A cuántas láminas de futbolista es igual una lámina de auto?

i) Explica usando un dibujo los pasos que te permitieron llegar a la respuesta de la pregunta anterior

j) Explica ahora con palabras cómo llegaste a esa respuesta:

2.- Sara pidió a sus compañeros de curso que pusieran en un papel cuántos hermanos tienen en total. Recogió los papelitos que verás a continuación con sus respuestas y empezó a anotarlos en un cuadro. Hizo dos marcas para cero hermanos.



a) Completa el siguiente cuadro para ayudar a Sara:

Número de hermanos	Conteo
0	//
1	
2	
3	
4	

b) Explica con tus palabras lo que hizo Sara.

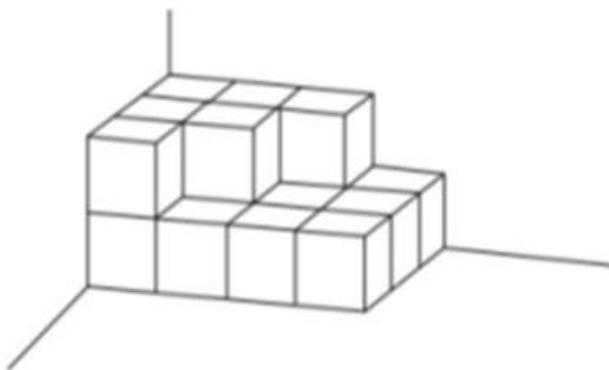
c) Pablo, un compañero de curso de Sara, dijo que era mejor idea que cada uno de sus compañeros levantara la mano según la cantidad de hermanos y escribir una lista con los nombres de los compañeros según el número de hermanos que tienen.

¿Estás de acuerdo o en desacuerdo con lo que dice Pablo? ¿Por qué?

3.- Sandra tiene una balanza y 3 cubos (A, B y C) de distinto peso. Se quiere saber cuál cubo es el más pesado. Para resolverlo pone dos cubos a la vez en la balanza y obtiene los siguientes resultados:



- a) ¿Con qué información Sandra puede saber cuál cubo es el más pesado?
- b) Explica paso a paso cómo Sandra puede saber cuál cubo es más pesado
- c) Pedro, amigo de Sandra, dice que “El cubo más pesado es el C”. ¿Pedro estará en lo correcto? ¿Cómo puedes saberlo?
- d) Si es que no contaras con la balanza, ¿Cómo podrías resolver el problema?
- e) “El cubo A es más pesado que el C”. ¿Es esta afirmación correcta?
- f) ¿Cuál es el cubo más liviano? ¿Cómo lo descubriste?
- 4.- Ana juntó estas cajas en el rincón de su pieza. ¿Cuántas cajas hay en total en el rincón?



- a) Explica con tus palabras de qué se trata el problema.
- b) ¿Cómo resolverías este problema? Explica cada paso que seguirías.
- c) Indica cuantas cajas hay en total en el rincón.

5.- Pedro y Juan están discutiendo acerca de cuál de estos objetos es más pesado.

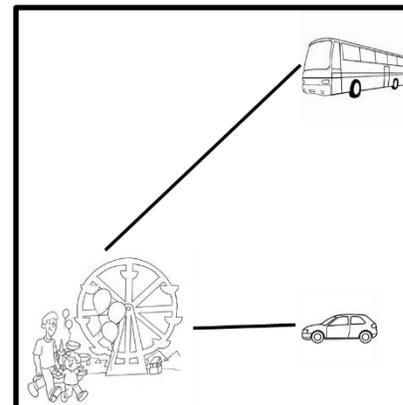
Según Pedro es más pesado el globo, y según Juan es más pesada la manzana.

- a) ¿Qué diferencias crees que observaron Pedro y Juan para formar su opinión?
- b) Si ponen estos objetos en una balanza, ¿cuál crees tú que será el más pesado? ¿Porqué?

c) Juan dice que la manzana es más pesada porque se puede comer. ¿Es correcto lo que dice Juan?

6.- José y Andrea querían ir al parque de diversiones.

José tomó el Bus y Andrea se fue en auto. Las líneas del dibujo muestran la distancia que recorrió cada uno. **Los dos demoraron lo mismo en llegar.** Ambos quieren ver quién viajó más rápido.



a) Según Andrea **el auto viajó** más rápido porque los buses siempre tienen que parar a

buscar personas, y el auto es más directo. ¿Tiene razón Andrea? ¿Por qué?

b) José cree que para saber quién viajó más rápido hay que **ver quién viajó desde más**

**lejos.** ¿Tiene razón José? ¿Por qué?

c) ¿Qué necesitarías averiguar para decidir quién viajó más rápido?

d) Según los datos entregados, ¿Andrea tiene razón al decir que el auto viajó más rápido?

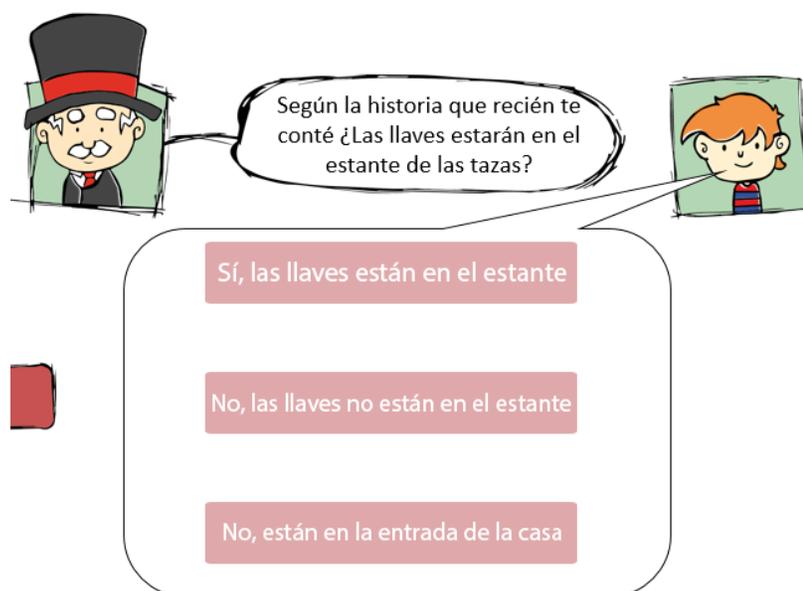
e) ¿Sabes lo que es un medio de transporte? Explícalo.

f) ¿Conoces algún medio de transporte rápido? Explícalo a través de un ejemplo.

## ANEXO C: INCORPORACIÓN DE INDICADORES EN EL INSTRUMENTO

La estructura de este análisis será una captura de pantalla del juego, seguido del indicador medido (habilidad-sub dimensión-indicador), y un resumen de cómo se mide.

### JUEGO 1:

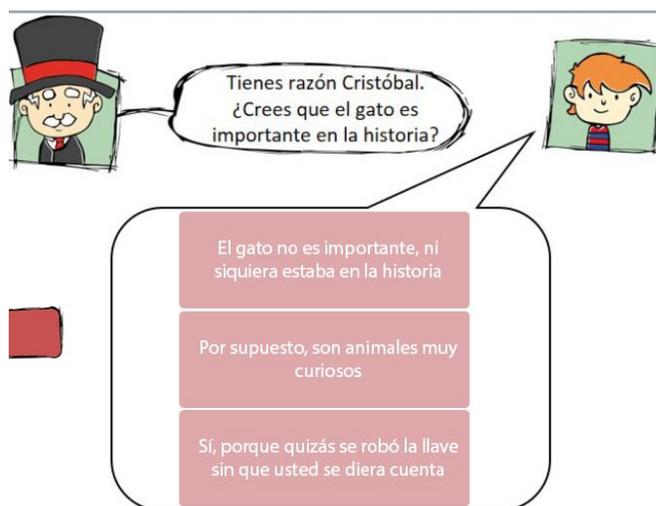


**Evaluación – Evaluar afirmaciones - Determinar si una afirmación es cierta o falsa en base a la información dada:** La información se dio explícitamente en la historia, por eso si el estudiante puso atención sabe que las llaves no están en el estante. Las otras dos alternativas son distractores.

**Análisis – Detectar Argumentos- Identificar si un argumento está a favor o en contra de una afirmación dada:** Después de la pregunta del Alcalde, la Mamá y él mismo dan una respuesta. Luego, y tomando como correcto lo que dijo el Alcalde (el argumento de la discusión), y en base a la historia, el estudiante debe decidir si está en lo correcto o no.

**Inferencia-Cuestionar evidencia-Discriminar si una información es útil para construir un argumento:** En esta pregunta se da una información que es completamente irrelevante

para la historia, pero la alternativa correcta es la b ya que la información que se da es útil para poder concluir esta alternativa.



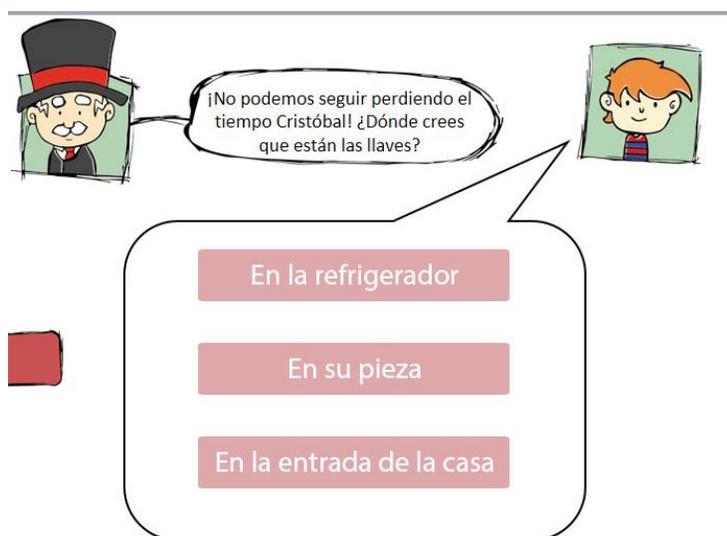
**Evaluación-Evaluar argumentos-Juzgar si un argumento es pertinente, aplicable o tiene implicancias para una situación:** Como el gato ni siquiera se menciona en la historia, el argumento no es pertinente para esta.



**Explicación-Presentar argumentos-Argumenta a favor o en contra de un punto de vista (pregunta abierta):** Se dan dos argumentos y el estudiante debe argumentar a favor o en contra de acuerdo a la información de la historia.



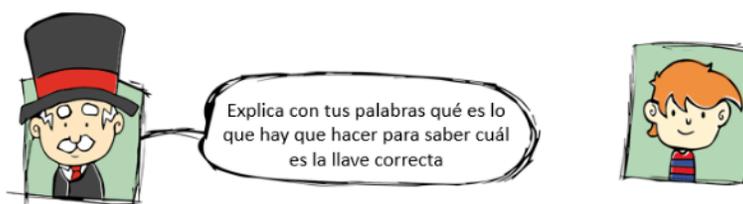
**Evaluación-Evaluar argumentos-Juzgar si una conclusión es correcta a partir de las premisas utilizadas:** La Mamá da una conclusión a partir de una premisa incorrecta según la historia, por lo tanto la alternativa a es la correcta ya que el estudiante corrige esta premisa y la conclusión.



**Inferencia-Sacar conclusiones-Llegar a una conclusión a partir de las evidencias:** Las evidencias de la historia muestran que la alternativa correcta es la a.

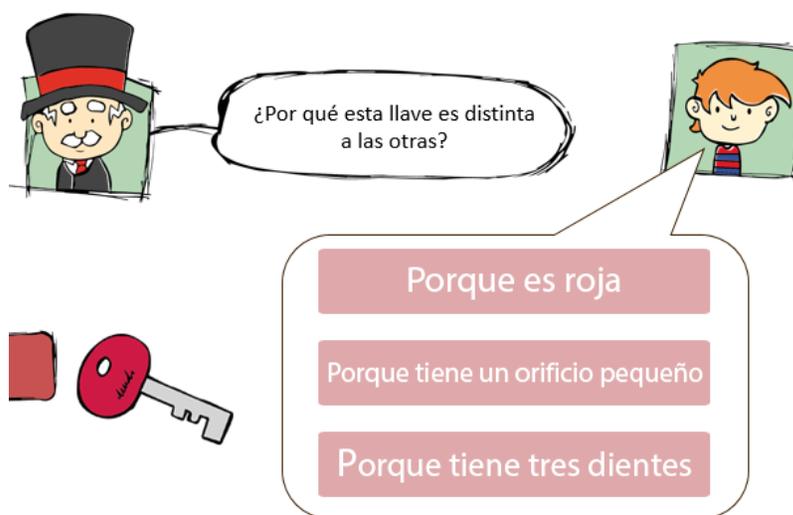
## Repetir Historia

**Autoevaluación/Autoregulación-Auto examen-Volver a leer las fuentes para asegurarse que no se pasó por alto información importante o crucial:** Hay un botón para volver a leer la historia al responder las preguntas. Si el estudiante hace esto entonces se da por logrado este indicador.



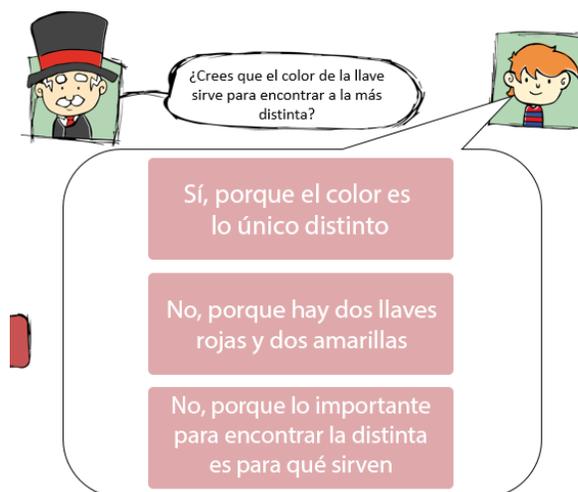
Responde la pregunta 2 en la hoja que te pasaron y luego continúa en el juego. Para continuar en el juego, espera a que aparezca la flecha roja a la derecha y la presionas.

**Interpretación-Aclarar significado-Explicar qué es lo que hay que hacer (pregunta abierta)**



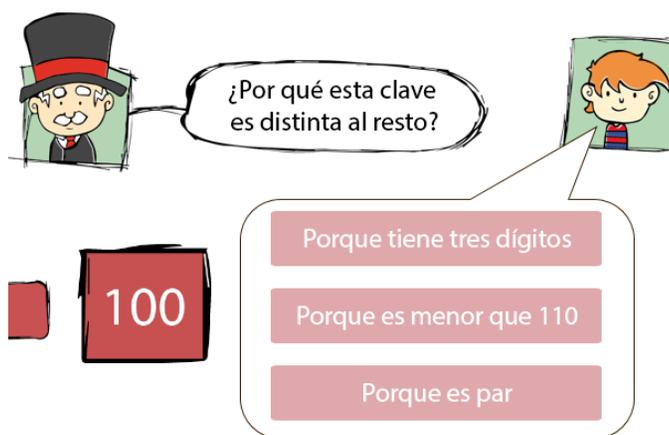
**Interpretación-Clasificar elementos según ciertas reglas, criterios o procedimientos:**

De acuerdo a la llave que se describe, se debe decir porque es distinta aplicando algún criterio a sus características.



**Interpretación-Decodificar la relevancia-Identificar qué elementos son relevantes para resolver un problema:**

**resolver un problema:** En esta pregunta el estudiante debe darse cuenta que al haber cuatro llaves, y al haber dos rojas y dos amarillas, entonces el color no es una característica que sirva para diferenciarlas.



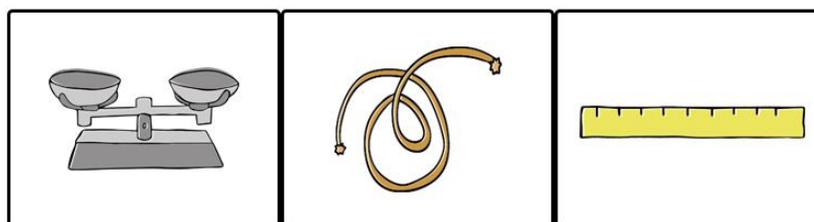
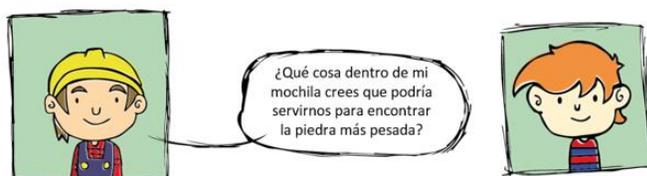
**Análisis-Examinar ideas-Comparar conceptos o afirmaciones determinando similitudes y diferencias:**

**resolver un problema:** En esta pregunta se debe elegir el número más distinto al resto según un criterio específico.



Responde la pregunta 4 en la hoja que te pasaron y luego continúa en el juego.  
Para continuar en el juego, espera a que aparezca la flecha roja a la derecha y la presionas.

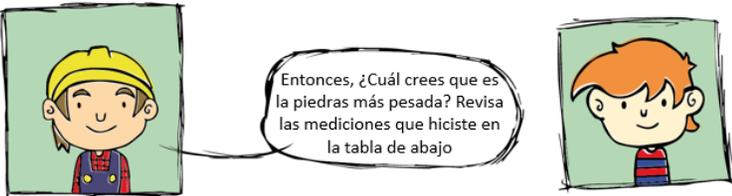
**Explicación-Presentar Argumentos-Explicar la comprensión de un concepto (pregunta abierta):** Aquí se explica previamente qué es una polea (para que todos tengan la oportunidad de aprenderlo), y luego se les pide que expliquen este concepto.



**Evaluación-evaluar alternativas-Evaluar los beneficios y dificultades de diferentes alternativas:** Si el estudiante elige por primera vez la balanza para poder encontrar la piedra más pesada entonces este indicador está logrado.



**Autoevaluación/Autorregulación-Auto examen-Revisar nuestras razones y procesos de razonamiento que nos condujeron a una conclusión dada:** Si se elige una herramienta y luego se ocupa otra para hacer más mediciones, entonces se da por logrado este indicador.



Entonces, ¿Cuál crees que es la piedras más pesada? Revisa las mediciones que hiciste en la tabla de abajo

er más  
nciones

A

B

C

Medición	Resultado
Medida 1	
Medida 2	
Medida 3	

◀ Balanza ▶

**Inferencia-Sacar conclusiones-Llegar a una conclusión a partir de un proceso deductivo:** Después de ir comparando las piedras en la balanza, y con al menos dos mediciones distintas se puede saber cuál es la piedra más pesada, es decir, llegar a una conclusión después del problema.



Ahora, ordena las piedras por peso de menor a mayor

es más  
liviana  
que

es más  
liviana  
que

A

B

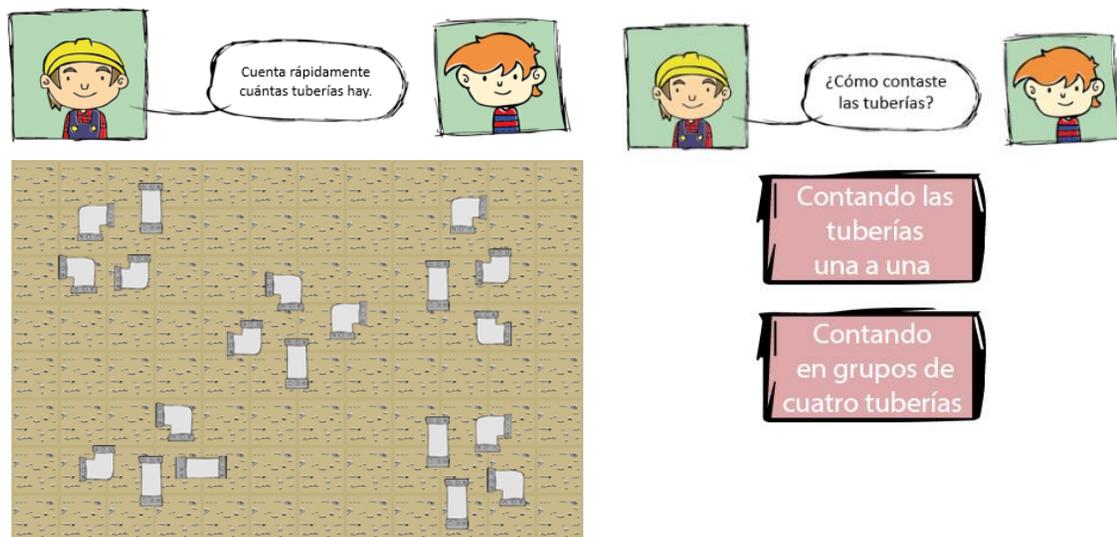
C

**Explicación-Indicar Resultados-Comunicar en forma gráfica las relaciones entre conceptos e ideas:** Una vez que determinan cuál es la piedra más pesada, pueden explicar esto de forma gráfica, ordenándolos en una secuencia

Medición	Resultado
Medida 1	
Medida 2	
Medida 3	

◀ Balanza ▶

**Explicación-Indicar resultados-Elaborar un cuadro para organizar hallazgos propios:** El estudiante tiene la opción de guardar los resultados en un cuadro. Si lo hace, se da por logrado este indicador.



**Análisis-Examinar ideas-Al recibir una tarea complicada, determina cómo se podría dividir en tareas más pequeñas y manejables:** Se le pide al estudiante que cuente rápidamente las tuberías de modo que las agrupe, si además de eso él responde que las contó agrupándolas, entonces se da por logrado el indicador.



**Explicación-Justificar procedimiento-Describir la estrategia utilizada para resolver un problema (pregunta abierta).**



**Explicación-Indicar resultados-Al elaborar una explicación ordenar las ideas en una secuencia lógica:** El estudiante debe elegir las respuestas en un orden correcto (de acuerdo al mapa presentado) para que haga sentido, y solo si lo hace se da por logrado el indicador.

Celda	Herramienta
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

**Explicación-Justificar procedimiento-Registrar las etapas o pasos que se siguen cuando se trabaja en un procedimiento científico o en un problema difícil:** El estudiante debe encontrar el camino en el mapa y registrarlo en el cuadro a la derecha para que el indicador se dé por logrado.

## JUEGO 2

Entonces, ¿Dónde crees que está el ratón? Yo creo que está en el refrigerador

Nicolás

No, porque el ratón se fue de la sala común

María

Andrea, si lo que dijo María está correcto ¿Quién crees que tiene la razón?

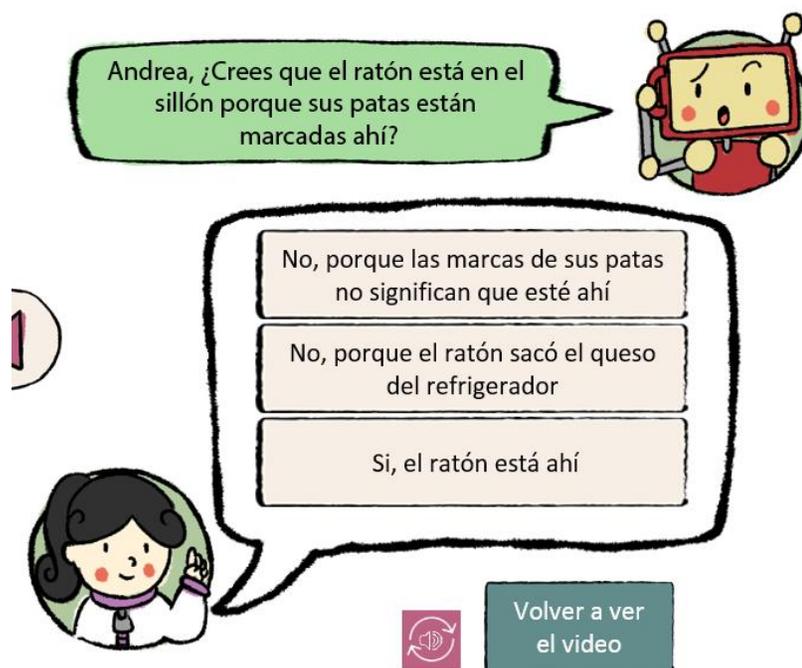
María tiene razón, porque el ratón salió del refrigerador

Nicolás tiene razón, porque el ratón sacó el queso del refrigerador

Ninguno de los dos tiene razón

**Análisis – Detectar Argumentos- Identificar si un argumento está a favor o en contra de una afirmación dada:** Después de lo que dice Nicolás, María da un argumento que la refuta. El estudiante debe identificar quién tiene la razón en base a lo que afirmó Nicolás, al

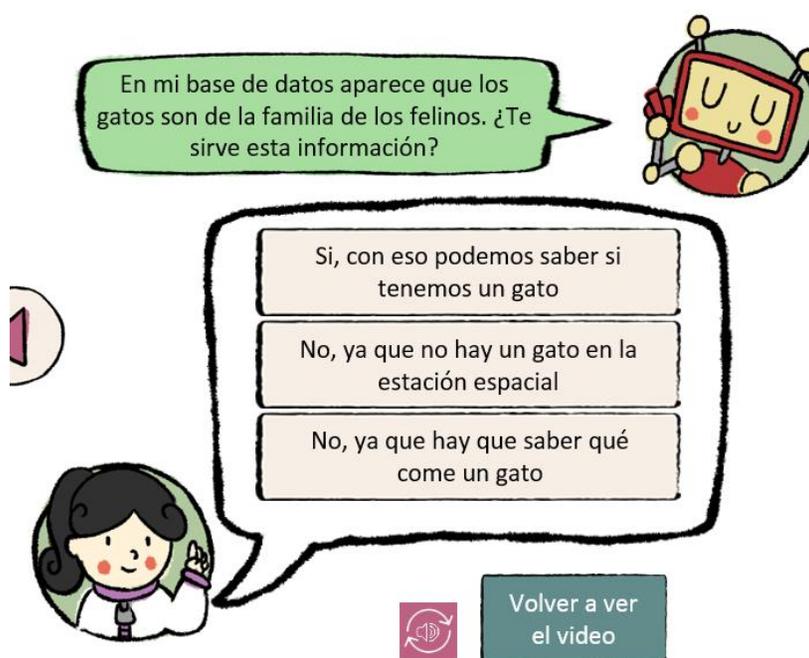
mismo tiempo que identifica si lo que dice María está a favor o en contra de lo que dijo Nicolás, es decir, la posición del argumento de María.



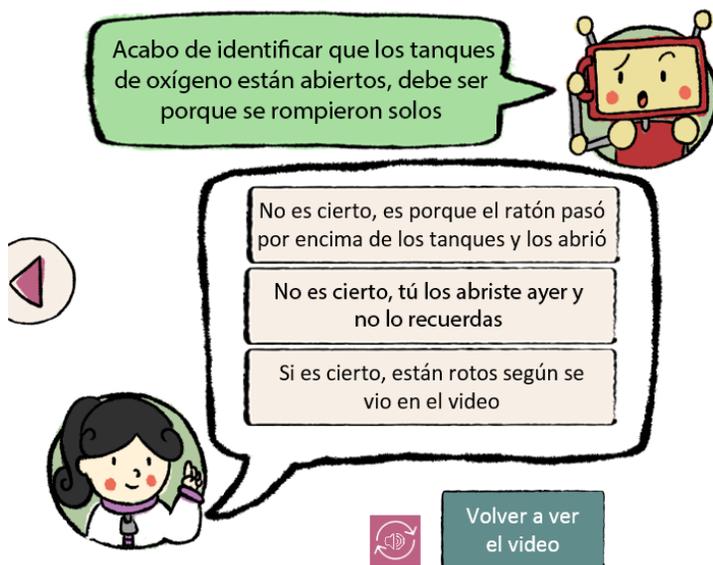
**Evaluación-Evaluar argumentos-Juzgar si una conclusión es correcta a partir de las premisas utilizadas:** El robot da una conclusión a partir de una premisa que es lógica, pero que la evidencia la desmienta, por lo tanto, la alternativa a es la correcta ya que refuta la conclusión sacada.



**Evaluación-Evaluar argumentos-Juzgar si un argumento es pertinente, aplicable o tiene implicancias para una situación:** Como el gato ni siquiera se menciona en la historia, el argumento no es pertinente a la historia.



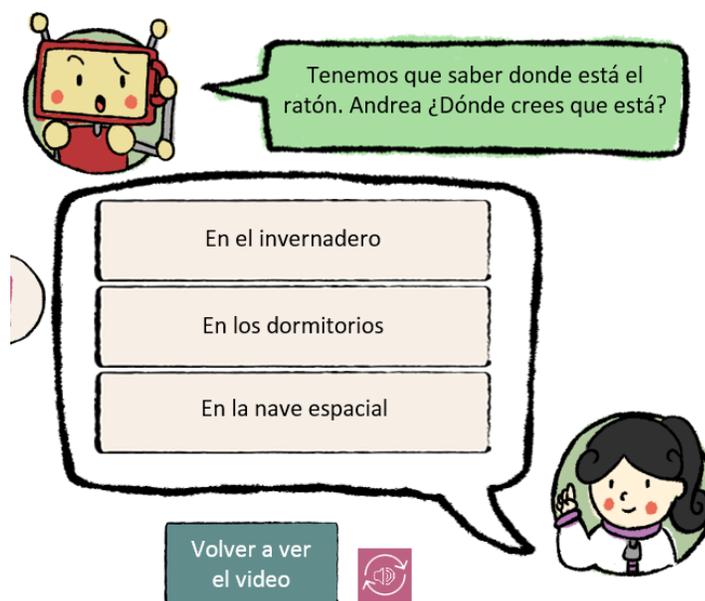
**Inferencia-Cuestionar evidencia-Discriminar si una información es útil para construir un argumento:** En esta pregunta se da una información que es completamente irrelevante para la historia, y también para poder sacar una conclusión relevante, por lo tanto la alternativa correcta es la b.



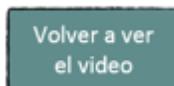
**Evaluación – Evaluar afirmaciones - Determinar si una afirmación es cierta o falsa en base a la información dada:** La información se dio explícitamente en la historia, por eso si el estudiante puso atención sabe que las los tanques se abrieron cuando el ratón por encima de ellos. Las otras dos alternativas son distractores.



**Explicación-Presentar argumentos-Argumenta a favor o en contra de un punto de vista (pregunta abierta):** Se dan dos argumentos y el estudiante debe argumentar a favor o en contra de acuerdo a la información de la historia.



**Inferencia-Sacar conclusiones-Llegar a una conclusión a partir de las evidencias:** Las evidencias de la historia muestran que la alternativa correcta es la a.



**Autoevaluación/Autoregulación-Auto examen-Volver a leer las fuentes para asegurarse que no se pasó por alto información importante o crucial:** Hay un botón para volver a leer la historia al responder las preguntas. Si el estudiante hace esto entonces se da por logrado este indicador.

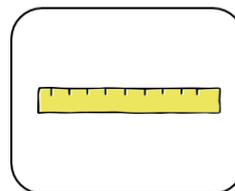
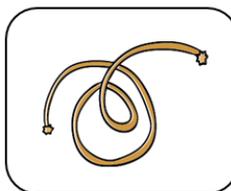
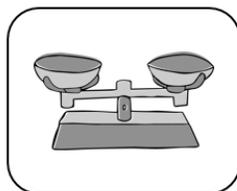
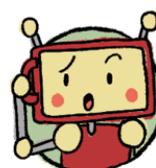


¿Por qué crees que el tanque más pesado es el que tiene más oxígeno?

Escribe tu respuesta en la hoja 2

**Explicación-Presentar Argumentos-Explicar la comprensión de un concepto (pregunta abierta):** Se les pide a los alumnos que expliquen el concepto de masa de gases.

¿Cuál de mis herramientas crees que sirve para encontrar el tanque de oxígeno más pesado?

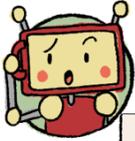


**Evaluación-evaluar alternativas-Evaluar los beneficios y dificultades de diferentes alternativas:** Si el estudiante elige por primera vez la balanza para poder encontrar la piedra más pesada entonces este indicador está logrado.



**Autoevaluación/Autorregulación-Auto examen-Revisar nuestras razones y procesos de razonamiento que nos condujeron a una conclusión dada:** Si se elige una herramienta y luego se ocupa otra para hacer más mediciones, entonces se da por logrado este indicador.

Entonces ¿Cuál crees que es el tanque de oxígeno **más pesado**?





A



B



C

Balanza	
Medición	Resultado
1	
2	
3	

**Inferencia-Sacar conclusiones-Llegar a una conclusión a partir de un proceso deductivo:** Después de ir comparando los tanques de oxígeno en la balanza, y con al menos dos mediciones distintas se puede saber cuál es el más pesado, es decir, llegar a una conclusión después del problema.

Ordena los tanques de oxígeno **según su peso de menor a mayor**



Es más liviano que

Es más liviano que



A



B



C

Balanza	
Medición	Resultado
1	
2	
3	









**Explicación-Indicar Resultados-Comunicar en forma gráfica las relaciones entre conceptos e ideas:** Una vez que determinan cuál es el tanque de oxígeno más pesado, pueden explicar esto de forma gráfica, ordenándolos en una secuencia

Balanza	
Medición	Resultado
1	
2	
3	

**Explicación-Indicar resultados-Elaborar un cuadro para organizar hallazgos propios:**

El estudiante tiene la opción de guardar los resultados en un cuadro. Si lo hace, se da por logrado este indicador.

Cuenta rápidamente cuántas tuberías hay

¿Cómo contaste las tuberías?

Contando las tuberías una a una

Contando las tuberías en grupos de a 4

**Análisis-Examinar ideas-Al recibir una tarea complicada, determina cómo se podría**

**dividir en tareas más pequeñas y manejables:** Se le pide al estudiante que cuente rápidamente las tuberías de modo que las agrupe, si además de eso él responde que las contó agrupándolas, entonces se da por logrado el indicador.



**Escribe en la hoja de respuestas 3**

**Explicación-Justificar procedimiento-Describir la estrategia utilizada para resolver un problema (pregunta abierta).**

¿Qué crees que va a pasar? Contesta apretando los botones que salen a la derecha. Puedes probar lo que va a pasar apretando el botón "Soltar Ratón".

El ratón llega de 1 a 7

El ratón se detiene

Porque el ratón para en la celda

1 2 3 4

5 6 7

que tiene

Soltar al ratón

Empezar de nuevo

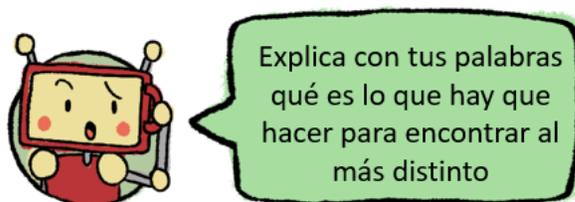
The interface shows a maze with a path highlighted in red, numbered 1 to 7. The path starts at the top left, goes right to cell 2, then down through cells 3, 4, 5, 6, and ends at cell 7. The maze is composed of red walls on a dark blue background. There are several buttons and a speech bubble on the left, and a set of numbered buttons (1-7) and a 'que tiene' label on the right. At the bottom left, there are buttons for 'Soltar al ratón' and 'Empezar de nuevo', along with a refresh icon and a play button.

**Explicación-Indicar resultados-Al elaborar una explicación ordenar las ideas en una secuencia lógica:** El estudiante debe elegir las respuestas en un orden correcto (de acuerdo al mapa presentado) para que haga sentido, y solo si lo hace se da por logrado el indicador.

Busca un camino para que el ratón pase entre las celdas 1 y 7. Luego copia lo que hiciste en cada celda en la tabla de la derecha.

Celda	Herramienta
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

**Explicación-Justificar procedimiento-Registrar las etapas o pasos que se siguen cuando se trabaja en un procedimiento científico o en un problema difícil:** El estudiante debe encontrar el camino en el mapa y registrarlo en el cuadro a la derecha para que el indicador se dé por logrado.



Escribe tu respuesta en la hoja 4

**Interpretación-Aclarar significado-Explicar qué es lo que hay que hacer (pregunta abierta)**

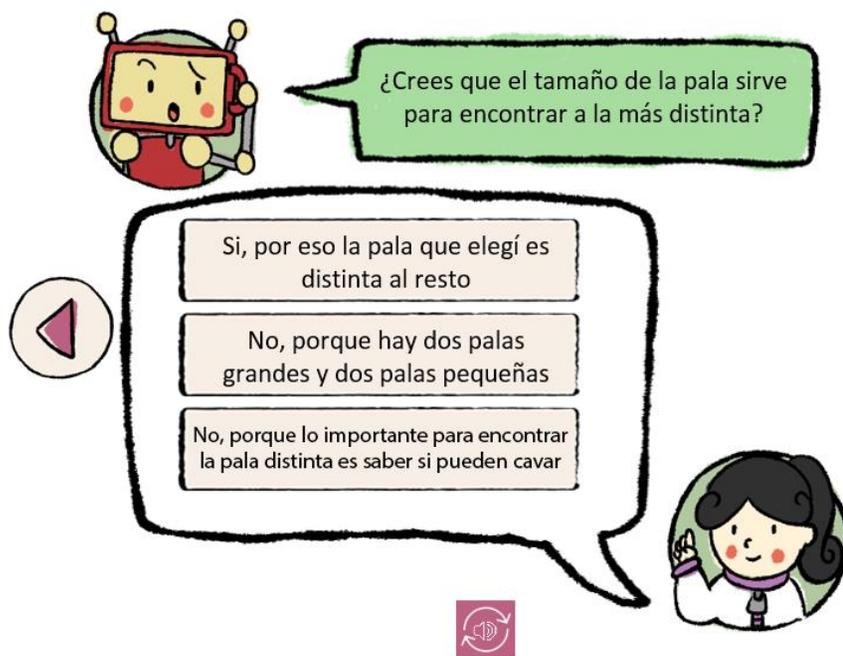


**Interpretación-Clasificar elementos según ciertas reglas, criterios o procedimientos:**

De acuerdo a la bolsa que se describe, se debe decir porque es distinta aplicando algún criterio a sus características.



**Análisis-Examinar ideas-Comparar conceptos o afirmaciones determinando similitudes y diferencias:** En esta pregunta se debe elegir la pala más distinta al resto según algún criterio específico.



**Interpretación-Decodificar la relevancia-Identificar qué elementos son relevantes para resolver un problema:** En esta pregunta el estudiante debe darse cuenta que al haber cuatro palas, y al haber dos grandes y dos pequeñas, entonces el tamaño no es una característica que sirva para diferenciarlas.

## ANEXO D: *TEST DE USABILIDAD*

**Usuarios:** Niños de 9-12 años.

### **Tareas:**

#### Generales

1. Moverse entre páginas.
2. Escuchar audio.
3. Leer instrucción y responder usando botón

#### Propias de cada juego

(Mecanismo)

4. Interacción con botones de:
  - e. Acción (excavar tierra y poner tuberías)
  - f. Borrar (quitar excavación de tierra y tuberías puestas)
5. Soltar agua.
6. Interacción con tablero de juego: Aplicar botón escogido.
7. Rellenar tabla de instrucciones.

(Determinar Peso)

8. Hacer mediciones
9. Agregar medición a tabla.
10. Borrar medición de la tabla

### **Glosario:**

1. **Páginas:** Unidad básica del juego. Contiene una ilustración y botones de navegación en caso de ser parte de la historia. O bien botones de acción o borrar en caso de ser un juego.
2. **Dibujar:** El acto de elegir un botón de acción del menú de botones y ubicarlo dentro del tablero en una celda en particular.
3. **Borrar:** El acto de elegir un botón de borrar del menú de botones y borrar una celda en particular con contenido de camino dentro del tablero.
4. **Tablero:** Matriz de celdas que contienen tres tipos: Tierra, Roca o Pasto. La Tierra puede cavarse y en la Roca se pueden ubicar tuberías. Todo esto mediante Botones de Acción que van cambiando los contenidos de la celda de acuerdo a lo que se escogió. Este cambio también puede borrarse. El Tablero tiene un inicio y un final, desde el inicio sale agua y el objetivo es que el agua vaya desde el inicio al final del tablero.
5. **Botones de Acción:** Botones que incluyen, Tierra y Tuberías (de distintos tipos). Se puede elegir uno solamente y sirven para ir cambiando el contenido de las celdas del Tablero de acuerdo a ciertas restricciones.
6. **Botones de Borrar:** Sirven para borrar lo ubicado por los botones de acción dentro del tablero.

## Planificación:

Para cada tarea, evaluar su ejecución y anotar cualquier comentario o *feedback* del usuario.

### Generales

1. Moverse entre páginas (1 minuto)
2. Escuchar audio (1 minuto)
3. Leer instrucción y responder usando botón (2 minutos)

### Propias de cada juego

(Mecanismo)

4. Interacción con botones de:
  - g. Acción (excavar tierra y poner tuberías) (2 minutos)
  - h. Borrar (quitar excavación de tierra y tuberías puestas) (1 minuto)
5. Soltar agua (1 minuto)
6. Interacción con tablero de juego: Aplicar botón escogido (7 minutos)
7. Rellenar tabla de instrucciones (4 minutos)

(Determinar Peso)

8. Hacer mediciones (7 minutos)
9. Agregar medición a tabla (1 minuto)
10. Borrar medición de la tabla (1 minuto)

**Total:** 28 minutos.

## *Test:*

	<b>1. Navegación páginas</b>	<b>2. Escuchar Audio</b>
Aprendible	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que la flecha hacia la derecha sirve para movilizarse hacia la slide siguiente, y la izquierda para la slide anterior? <= 3 seg > 3 seg y <= 5 seg > 5 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que el botón “Escuchar audio nuevamente” sirve para escuchar el audio nuevamente? <= 3 seg > 3 seg y <= 5 seg > 5 seg
Eficiente	¿Cuánto tiempo demora el usuario en moverse a la slide siguiente o la anterior? <= 1 seg > 1 seg y <= 3 seg > 3 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en apretar el botón “Escuchar audio nuevamente” cuando necesita hacerlo? <= 1 seg > 1 seg y <= 3 seg > 3 seg
Recordable	El usuario reconoce la metáfora de las flechas izquierdas y derechas para	Una vez que se explicó la funcionalidad del botón, el usuario es

	movilizarse horizontalmente entre slides. Sí No	capaz de usarlo en otra instancia con el mismo fin. Sí No
Vivir con los errores	¿Cuántas veces el usuario intentó ejecutar esta acción y no lo logró? <=2 >2 y <=4 >4	¿Cuántas veces el usuario intentó ejecutar esta acción y no lo logró? <=2 >2 y <=4 >4
Satisfactorio	¿Cómo se siente el usuario al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado	¿Cómo se siente el usuario al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado

	<b>3. Leer instrucción y responder usando botón</b>	<b>4. a) Interacción con botones de Acción</b>
Aprendible	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que el botón sirve para responder la pregunta que se está haciendo? <= 3 seg > 3 seg y <= 5 seg > 5 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que los botones a su derecha sirven para hacer la acción que indican? <= 4 seg > 4 seg y <= 7 seg > 7 seg
Eficiente	¿Cuánto tiempo demora el usuario en responder las preguntas usando los botones para ello? <= 3 seg > 3 seg y <= 5 seg > 5 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario (conscientemente) en elegir algún botón de acción para poder dibujar un camino en el tablero? <= 3 seg > 3 seg y <= 5 seg > 5 seg
Recordable	El usuario es capaz de usar el botón para responder preguntar a pesar que contengan un contenido distinto a cuando se explicó. Sí No	El usuario es capaz de recordar que un botón de acción sirve para dibujar en el tablero, a pesar de que se explicó anteriormente. Sí No
Vivir con los errores	¿Cuántas veces el usuario intentó ejecutar esta acción y no lo logró? <=2 >2 y <=4 >4 ¿Pudo recuperarse de esta acción? Sí No	¿Cuántas veces el usuario intentó ejecutar esta acción y no lo logró? <=3 >3 y <=5 >5 ¿Pudo recuperarse de esta acción? Sí No
Satisfactorio	¿Cómo se siente el usuario al ejecutar esta tarea? Satisfecho	¿Cómo se siente el usuario al ejecutar esta tarea? Satisfecho

	Indiferente Ofuscado	Indiferente Ofuscado
--	-------------------------	-------------------------

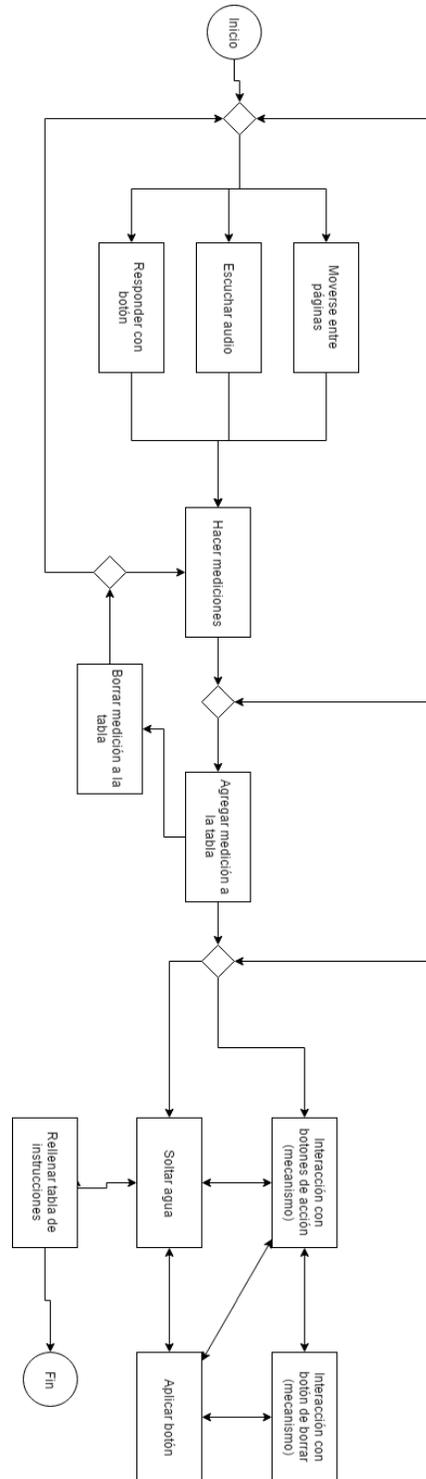
	<b>5. b) Interacción con botones de Borrar</b>	<b>6. Activar Agua</b>
Aprendible	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que los botones a su derecha sirven para borrar lo que contiene el tablero de acuerdo a lo que indican? < 4 seg > 4 seg y < 7 seg > 7 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que el botón “Activar Agua” sirve para que el agua salga desde el inicio del tablero y siga por el camino que él ha creado? <= 3 seg > 3 seg y <= 5 seg > 5 seg
Eficiente	¿Cuánto tiempo demora el usuario (conscientemente) en elegir algún botón de borrar para poder borrar un camino en el tablero? <= 3 seg > 3 seg y <= 5 seg > 5 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en activar el agua del tablero (es decir, que salga desde el inicio y siga el camino), ocupando el botón para ello? <= 3 seg > 3 seg y <= 5 seg > 5 seg
Recordable	El usuario es capaz de recordar que un botón de borrar sirve para sacar el contenido específico de una celda en el tablero, a pesar de que se explicó anteriormente Sí No	Una vez que se explicó la funcionalidad del botón, el usuario es capaz de usarlo en otra instancia con el mismo fin. Sí No
Vivir con los errores	¿Cuántas veces el usuario intentó ejecutar esta acción y no lo logró? <=3 >3 y <=5 >5	¿Cuántas veces el usuario intentó ejecutar esta acción y no lo logró? <=2 >2 y <=4 >4
Satisfactorio	¿Cómo se siente el usuario al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado	¿Cómo se siente el usuario al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado

	<b>7. Interacción con tablero de juego: Aplicar botón escogido.</b>	<b>8. Rellenar tabla de acciones</b>
Aprendible	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que al activar un botón a su izquierda puede aplicar en el tablero la acción que el botón indica? < 4 seg > 4 seg y < 7 seg > 7 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que al activar un botón de acción puede aplicarlo en la tabla de acciones? < 2 seg > 2 seg y < 4 seg > 4 seg
Eficiente	¿Cuánto tiempo demora el usuario en usar un botón a su izquierda para aplicar la acción correspondiente en el tablero? <= 10 seg > 10 seg y <= 20 seg > 20 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en usar un botón de acción y aplicarlo en la tabla de acciones? < 2 seg > 2 seg y < 4 seg > 4 seg
Recordable	Una vez que se explicó cómo elegir un botón de acción y aplicarlo en el tablero, el usuario es capaz de volver a hacerlo sin ayuda. Sí No	Una vez que se explicó cómo elegir un botón de acción y aplicarlo en el tablero, el usuario es capaz de volver a hacerlo sin ayuda. Sí No
Vivir con los errores	¿Cuántas veces el usuario intenta aplicar un botón de acción en el tablero y no puede? 0 Más de una vez y menos que tres Más de tres	¿Cuántas veces el usuario intenta aplicar la acción en la tabla y no puede? 0 Más de una vez y menos que tres Más de tres
Satisfactorio	¿Cómo se siente el usuario, en específico en el nivel de control, al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado	¿Cómo se siente el usuario, en específico en el nivel de control, al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado

	<b>9. Hacer mediciones</b>	<b>10. Agregar medición a tabla</b>
Aprendible	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que puede tomar un elemento de medición (roca o tanque de oxígeno) y moverlo al cuadro de medición? < 2 seg > 2 seg y < 4 seg > 4 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que al apretar el botón “Agregar medición a tabla” se ejecuta esta acción? < 4 seg > 4 seg y < 7 seg > 7 seg
Eficiente	¿Cuánto tiempo demora el usuario en tomar un elemento de medición (roca o tanque de oxígeno) y moverlo al cuadro de medición? < 2 seg > 2 seg y < 4 seg > 4 seg	¿Cuánto tiempo demora el usuario en usar el botón “Agregar medición a tabla”? <= 10 seg > 10 seg y <= 20 seg > 20 seg
Recordable	Una vez que se explicó cómo medir un elemento de medición, el usuario es capaz de volver a hacerlo sin ayuda. Sí No	Una vez que se explicó cómo elegir el botón “Agregar medición a tabla”, el usuario es capaz de volver a hacerlo sin ayuda. Sí No
Vivir con los errores	¿Cuántas veces el usuario intenta aplicar esta acción y no puede? 0 Más de una vez y menos que tres Más de tres	¿Cuántas veces el usuario intenta agregar las mediciones a la tabla y no puede? 0 Más de una vez y menos que tres Más de tres
Satisfactorio	¿Cómo se siente el usuario, en específico en el nivel de control, al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado	¿Cómo se siente el usuario, en específico en el nivel de control, al ejecutar esta tarea? Satisfecho Indiferente Ofuscado

<b>11. Borrar mediciones</b>	
Aprendible	<p>¿Cuánto tiempo demora el usuario en aprender que al apretar el botón “Borrar medición a tabla” se ejecuta esta acción?</p> <p>&lt; 4 seg &gt; 4 seg y &lt; 7 seg &gt; 7 seg</p>
Eficiente	<p>¿Cuánto tiempo demora el usuario en usar el botón “Borrar medición a tabla”?</p> <p>&lt;= 10 seg &gt; 10 seg y &lt;= 20 seg &gt; 20 seg</p>
Recordable	<p>Una vez que se explicó cómo elegir el botón “Borrar medición a tabla”, el usuario es capaz de volver a hacerlo sin ayuda.</p> <p>Sí No</p>
Vivir con los errores	<p>¿Cuántas veces el usuario intenta borrar las mediciones de la tabla y no puede?</p> <p>0 Más de una vez y menos que tres Más de tres</p>
Satisfactorio	<p>¿Cómo se siente el usuario, en específico en el nivel de control, al ejecutar esta tarea?</p> <p>Satisfecho Indiferente Ofuscado</p>

## ANEXO E: WORKFLOW DE ACTIVIDADES DEL SISTEMA



## ANEXO F: ANÁLISIS POR ACTIVIDAD

### ANÁLISIS POR ACTIVIDAD JUEGO 1

Tareas	Análisis								
	Frecuencia (1-5)	Tiempo (%)	Criticidad	Complejidad para el usuario	Tiempo de aprendizaje	Tiempo de convertirse en un hábito	Throughput	Tasa de errores aceptable	Nivel de agrado
Moverse entre páginas.	Muy alta	15%	Muy alta	Muy baja	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy bajo	Muy alto
Escuchar audio.	Muy alta	15%	Media	Muy baja	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Medio	Alto
Leer instrucción y responder usando botón	Muy alta	15%	Muy alta	Baja	Bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy bajo	Alto
Interacción con botones de acción (excavar tierra y poner tuberías)	Baja	5%	Alta	Media	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Interacción con botones de borrar (quitar excavación de tierra y tuberías puestas)	Baja	5%	Alta	Media	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Soltar agua.	Muy baja	5%	Media	Muy baja	Bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Alto
Interacción con tablero de juego: Aplicar botón escogido.	Media	15%	Alta	Baja	Alto	Medio	Muy alto	Muy bajo	Alto
Rellenar tabla de instrucciones.	Muy baja	5%	Muy baja	Alta	Alta	Medio	Medio	Bajo	Medio
Hacer mediciones	Media	10%	Alta	Alta	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo
Agregar medición a tabla.	Muy baja	5%	Muy baja	Muy baja	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio
Borrar medición de la tabla	Muy baja	5%	Muy baja	Muy baja	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio

### ANÁLISIS POR ACTIVIDAD JUEGO 2 (EN ROJO ESTÁN LOS VALORES QUE CAMBIARON RESPECTO AL PRIMER JUEGO)

Tareas	Actividad								
	Frecuencia (1-5)	Tiempo (%)	Criticidad	Complejidad para el usuario	Tiempo de aprendizaje	Tiempo de convertirse en un hábito	Throughput	Tasa de errores aceptable	Nivel de agrado
Moverse entre páginas.	Muy alta	15%	Muy alta	Muy baja	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy bajo	Muy alto
Escuchar audio.	Muy alta	15%	Media	Muy baja	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto	Medio	Alto
Leer instrucción y responder usando botón	Muy alta	15%	Muy alta	Baja	Bajo	Muy bajo	Muy alto	Muy bajo	Alto
Interacción con botones de acción (excavar tierra y poner tuberías)	Baja	5%	Alta	<b>Bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Bajo</b>	Medio	Bajo	<b>Medio</b>
Interacción con botones de borrar (quitar excavación de tierra y tuberías puestas)	Baja	5%	Alta	<b>Bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Bajo</b>	Medio	Bajo	<b>Medio</b>
Soltar agua.	Muy baja	5%	Media	Muy baja	Bajo	Muy bajo	Alto	Muy bajo	Alto
Interacción con tablero de juego: Aplicar botón escogido.	Media	15%	Alta	Baja	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>	Muy alto	Muy bajo	Alto
Rellenar tabla de instrucciones.	Muy baja	5%	Muy baja	Alta	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>	Medio	Bajo	Medio
Hacer mediciones	Media	10%	Alta	Alta	<b>Bajo</b>	<b>Bajo</b>	Bajo	Muy bajo	Bajo
Agregar medición a tabla.	Muy baja	5%	Muy baja	Muy baja	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio
Borrar medición de la tabla	Muy baja	5%	Muy baja	Muy baja	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio