

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento de Física



**Convergiendo por medio de los juegos digitales hacia la reflexión de la luz
y su aprendizaje:**

Propuesta didáctica para primer año de educación media.

Autores

Alex Benjamín Salvador Medina Retamal
Matías Nicolás Mesías Jara
Osvaldo Darío Tapia Toledo

Profesores guía:

Claudia Amelia Matus Zúñiga.
Jennypher Fuentes Constancio.

Tesis para optar al Título de Licenciado en
Educación de Física y Matemática.

Santiago - Chile
2016

271400 © Alex Benjamín Salvador Medina Retamal, 2016.

271400 © Matías Nicolás Mesías Jara, 2016.

271400 © Osvaldo Darío Tapia Toledo, 2016.

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0

CONVERGIENDO POR MEDIO DE LOS JUEGOS DIGITALES HACIA LA REFLEXIÓN DE LA LUZ Y SU APRENDIZAJE:

Propuesta didáctica para primer año de educación media.

Alex Benjamín Salvador Medina Retamal

Matías Nicolás Mesías Jara

Oswaldo Darío Tapia Toledo

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión de la profesora guía Sra. Claudia Amelia Matus Zúñiga y Jennypher Fuentes Constancio ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sra. Silvia Tecpan Flores y Sr. Danny Ahumada.

Sra. Claudia Amelia Matus Zúñiga
Profesor Guía

Sra. Jennypher Fuentes Constancio
Profesora Guía

Sra. Silvia Tecpan Flores
Profesora Correctora

Sr. Danny Ahumada
Profesor Corrector

Enrique Cerda Villablanca
Director

Resumen

El presente seminario de grado presenta una propuesta didáctica para la enseñanza del fenómeno lumínico de la reflexión, para ello se sitúa desde dos focos: el primero es la perspectiva constructivista de la educación, puntualmente se alinea en el aprendizaje basado en juegos digitales; y el segundo es el currículum nacional de Chile, respondiendo de esta forma a una enseñanza de la ciencia basada en el desarrollo de habilidades y conocimientos, que apunten a la comprensión del mundo natural y tecnológico. Las actividades de la propuesta buscan por medio de la utilización del juego *Laserbreak Lite* propiciar más y mejores aprendizajes, así como un ambiente de aula de entretención, donde elementos actitudinales como la alegría se conjuguen a favor del aprendizaje. La construcción de la propuesta se enmarca dentro de una metodología de mejora continua, por lo que se implementaron dos prototipos, en diferentes establecimientos educacionales, estudio que permitió caracterizar la correlación entre las habilidades científicas y el dominio de aprendizaje evidenciado por los estudiantes, lo cual reflejó como resultados que existe una correlación positiva entre las habilidades de “observar-describir” y “organizar-presentar datos” con el conocimiento disciplinar. El corpus de la propuesta fue validado por tres expertos, cuyas opiniones fueron favorables en todos los descriptores de la encuesta.

Palabras clave: Aprendizaje basado en juegos, metodología HEXA-GBL, juegos digitales, habilidades científicas, experiencia de fluir, reflexión de la luz.

Abstract

The present degree seminar presents a didactic proposal for teaching light phenomenon of reflection, for this matter it is observed from two focus: the first is the constructivist perspective of education, which is mainly sided with digital game-based learning; and the second is the “National Curriculum of Chile, responding this way to a form of teaching science based on the development of skills and knowledge, aimed to the understanding of the natural and technological world. The proposed activities look through the use of the game *Laserbreak Lite* to promote more and better learning as well as an entertainment classroom atmosphere, where attitudinal elements such as joy are combined in favour of the learning process. The proposal construction belongs to a methodology of continuous improvement, reason why what is implemented two prototypes, in different educational establishments, study that allowed to characterize the relation between the scientific skills and the command of learning demonstrated by the students, which reflected as a result, that there is a positive relation between the skills of “watching-describing” and “organizing-presenting data” with the disciplinary knowledge. The corpus of the proposal was validated by three experts, whose opinions were favorable in all descriptors of the survey.

Keywords: Game based learning, HEXA-GBL methodology, digital game, scientific skills, flow experience, reflection of light.

Agradecimientos

Estoy de pie sobre hombros de gigantes, los cuales dan nombre a patios, salones y lugares de la otrora Universidad Técnica, me debo a aquellos gigantes que dieron su vida a favor de la libertad que goza nuestro pueblo y me siento en la obligación de rendir homenaje a esa consecuencia, que no quede solo en gritos de moral para cada marcha, si no que el sentir real se vea reflejado en mis actos desde hoy hasta el día en que mis brazos caigan, es por eso que por fin puedo decir con propiedad que soy un orgulloso hijo de Enrique Kirberg y Víctor Jara, y soy orgulloso por esta oportunidad que se abre, mi propia oportunidad para seguir el camino de aquellos que con su muerte pagaron el precio de su propia libertad, hoy es mi turno de seguir ese camino, y como ellos entregare mi vida para hacer, gracias a este nueva arma que se me entrega, todo lo que este en mis manos para enfrentar el mañana duro que se viene por delante, cuando tenga que poner más pasión y más cariño para hacer más grande a Chile y cada vez más justa la vida en nuestra patria.

Sin embargo, esta tarea se abre para mi gracias a aquellos que hicieron de mí una persona capaz de enfrentar este proceso con la entereza que merece, es por eso que agradezco a mi familia, a mis padres a los cuales les debo el haber podido encontrar mi propio camino para hacer, en acciones, lo que ellos me dejaron en valores.

Agradezco a mis compañeros Matias y Osvaldo, a quienes les debo este trabajo y mi amistad. A todas las personas que conocí en este proceso, a mis compañeros de generación y amigos que espero mantener por siempre, a la Profesora Carla Hernández por haber peleado por nosotros frente a la adversidad, a las Profesoras Claudia Matus y Jenny Fuentes por ayudarnos en este camino que aun con tropiezos fuimos capaces de seguir.

Quiero dedicar mis palabras a mi hija Millaray por ser el fin y forma de cada uno de mis pasos, espero con esto acercarme a ser el padre que mereces, junto con ellos agradecer a Camila por ayudarme a poder amar a mi hija en paz a pesar de todo y lograr el objetivo que hoy estoy alcanzando.

Por todo esto y todo lo que mis palabras no alcanzan a cubrir, gracias.

Alex Medina Retamal

Agradecimientos

Antes que todo, quiero agradecer a mis padres y a mi amada hermana, por el constante apoyo en mi época de formación universitaria, sobre todo en los complejos momentos que vivimos como familia, también sumar en esta dedicatoria a una persona que por dos años me hizo inmensamente feliz y me brindó su apoyo en todo momento.

Segundo, agradecer a mis compañeros del presente seminario por el esfuerzo que cada uno puso, por las tardes trabajadas en este proyecto y por sobre todo, su constante apoyo y tolerancia que me brindaron en este complejo año.

En tercer lugar, dar las gracias a mis profesores que me formaron profesionalmente en estos 5 años de universidad, sobre todo a nuestra profesora guía Claudia Matus, a nuestros profesores correctores y a la profesora Jenny Fuentes, que nos manifestaron su apoyo en todo momento, sin el que no habría sido posible finalizar el presente seminario.

Finalmente, quiero agradecer a mis compañeros de generación, y especialmente a Carlos Núñez, Alex Medina, Loreto Vergara, Camila González, Paula Astorga, Melissa Calderón e Ignacia Galli, mi grupo de amigos, principalmente por cada alegría, cada palabra de apoyo y, principalmente, por el cariño que me brindaron estos años. Me siento enormemente afortunado y agradecido de haberlos conocido en esta hermosa universidad.

Matias Mesías Jara.

Agradecimientos

En estos últimos párrafos que redacto están destinados a honrar modestamente a todas las personas que han sido parte de mi proceso formativo, principalmente a mis padres que velaron por entregarme una educación incluso en épocas duras de su vida. Así mismo agradecer a mis profesores que con aciertos y errores como todo ser humano entregaron su esfuerzo en mi educación como en la de tantos otros, y en especial al profesor que más incentivo mis estudios superiores a lo largo de lo que fue su vida, mi querido tío Gabin, del cual su frase “full time” orientó largas jornadas de trabajo.

Cómo no mencionar a todo ese grupo de personas que directa o indirectamente siempre me prestaron su apoyo, entre ellos a mis amigos de universidad como el Maty, el Messi, el Alex, la Karina y la Naty. Resaltar a aquellos amigos que me conocen de mi época escolar como mi incondicional Daniel y el siempre proactivo Esteban entre tantos otros, de entre los que están también los integrantes de la hermandad SPM y a su inspirador el Capitán. No quisiera dejar a fuera de este reconocimiento a personas tan queridas como mis primos Ignacio, Gonzalo, Carlita y Francisco (Panchito) además de mis hermanas, tías, tíos y mi abuelita, de quienes pienso agradecer con acciones más que en estas sucintas líneas. Quiero cerrar agradeciendo y resaltando tanto el apoyo como paciencia de mi amada y querida pareja Gabriela que con sus palabras de ánimo siempre impulso mí trabajo. A todos ellos y a tantos más les digo ¡gracias! y que Dios los bendiga.

Oswaldo Tapia Toledo.

Tabla de Contenido

Introducción.....	1
Capítulo I: El problema de investigación	3
1.1 Problemática	3
1.2 Objetivos de la Investigación	9
1.2.1 Objetivo General	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
Capítulo II: Marco de antecedentes	10
2.1 Normativa nacional	10
2.1.1 Marco legal vigente	10
2.1.2 Currículum Nacional	11
2.1.3 Prescripción curricular chilena sobre la reflexión de la luz	13
2.1.4 Estándares Orientadores	17
2.2 Impacto tecnológico en educación	23
2.3 Juegos en el contexto educacional	25
Capítulo III: Marco teórico.....	29
3.1 Perspectivas del aprendizaje	29
3.1.1 Aprendizaje Situado	29
3.1.2 Aprendizaje basado en juegos	31
3.1.3 Aprendizaje basado en juegos digitales	33
3.2 La experiencia de fluir “Flow experience”	38
3.3 Metodología HEXA-GBL	42
3.4 Caracterización del juego	47
3.4.1 Jugabilidad	47
3.4.2 Elementos del juego y control.....	48
3.4.3 Niveles disponibles.....	49
3.4.5 Características de diseño.....	50
3.4.6 ¿Por qué <i>Laserbeak Lite</i> y no otro Título?.....	50
3.4.7 Retroalimentación	53
Capítulo IV: Marco metodológico	55
4.1 Características de la investigación	55
4.1.1 Tipo de estudio	55
4.1.2 Diseño de la investigación.....	57
4.1.3 Definición de las variables.....	59
4.1.4 Población y muestra	61

4.2. Plan metodológico	63
4.3 Diseño y planificación de la propuesta	64
4.3.1 Diseño de la primera propuesta.....	65
4.3.2 Diseño de la segunda propuesta	67
4.4 Plan de análisis	68
4.4.1 Diseño de descriptores para el análisis.	69
4.4.2 Escala de apreciación.....	74
Capítulo V: Resultados y análisis	77
5.1 Consideraciones del Análisis de Dominios Cognitivos	77
5.2 Resultados de las implementaciones	79
5.2.1 Nociones preliminares	79
5.2.2 Dominios de aprendizaje evidenciados	83
5.2.3 Habilidades Científicas evidenciadas	84
5.2.4 Correlaciones entre Dominios y Habilidades	88
5.2.5 Encuesta de apreciación	93
5.3 Análisis de las implementaciones	97
5.3.1 Primera Implementación	97
5.3.2 Segunda Implementación	101
Capítulo VI: Validación y propuesta final.....	109
6.1 Validación	109
6.1.1 Primeras Instancias de validación.....	109
6.1.2 Validación	112
6.2 Propuesta final	119
6.2.1 Cambios en las instrucciones	119
6.2.2 Cambios en las preguntas.....	120
6.3 Sugerencias al docente.....	124
Conclusiones	126
Referencias Bibliográficas	133
Apéndices	143
Apéndice 1: Guía de trabajo – Propuesta final.....	143
Apéndice 2: Planificación – Propuesta final	148
Apéndice 3: Guía de trabajo - Primera implementación.....	150
Apéndice 4: Planificación - Primera implementación	155
Apéndice 5: Guía de trabajo - Segunda implementación.....	157
Apéndice 6: Planificación - Segunda implementación	162
Apéndice 7: Encuesta de apreciación implementada.	164

Apéndice 08: Tabla de resultados – Primera Implementación.....	165
Apéndice 9: Gráficos primera implementación.....	166
Apéndice 10: Tabla de resultados – Segunda implementación	167
Apéndice 11: Gráficos segunda implementación	168
Apéndice 12: Gráficos de la encuesta de apreciación.	169
Apéndice 13: Encuesta de Validación.	170
Apéndice 14: Referencias de Imágenes.....	173
Anexos.....	174
Anexo 1: SIMCE, Escuela el Bosque de Puente Alto.	174
Anexo 2: SIMCE, Liceo Mater Purissima.....	175

Índice Tablas

Capítulo I: El Problema de Investigación

Capítulo II: Marco de Antecedentes

Tabla 2.01: Objetivos educativos referidos a los fenómenos luminosos en distintos currículos.....	14
Tabla 2.02: Prescripción curricular de los CMO en distintos marcos curriculares.....	15
Tabla 2.03: Aprendizajes Esperados según programa de estudio.....	16
Tabla 2.04: Acciones que se manifiestan del Estándar 1.....	18
Tabla 2.05: Acciones que se manifiestan del Estándar 2.....	20
Tabla 2.06: Acciones que se manifiestan del Estándar 4.....	22

Capítulo III: Marco Teórico

Tabla 3.01: Fase 1: Objetivos de Aprendizaje (Metodología HEXA-GBL).....	42
Tabla 3.02: Fase 2: Análisis de necesidades centradas en el alumno (metodología HEXA-GBL).....	43
Tabla 3.03: Fase 3: Modalidades de juego (Metodología HEXA-GBL).....	44
Tabla 3.04: Fase 4: Mecánica del juego y las reglas (Metodología HEXA-GBL).....	44
Tabla 3.05: Fase 5: Evaluación y retroalimentación del aprendizaje (Metodología HEXA-GBL).....	45
Tabla 3.06: Fase 6: Experiencia aprendiendo y jugando (Metodología HEXA-GBL).....	46

Capítulo IV: Marco Metodológico

Tabla 4.01: Rango de valores para cada variable independiente.....	60
Tabla 4.02: Plan metodológico para la primera implementación de la propuesta didáctica.....	63
Tabla 4.03: Plan metodológico para la segunda implementación de la propuesta didáctica y su posterior análisis y validación.....	64
Tabla 4.04: Dominios de conocimiento disciplinar.....	70
Tabla 4.05: Indicadores de evaluación de objetivos de aprendizaje transversales de habilidades científicas.....	72
Tabla 4.06: Revisión de terminología científica de la reflexión de la luz.....	73
Tabla 4.07: Factores multiplicativos según el tipo de reactivo.....	75

Capítulo V: Resultados y Análisis

Tabla 5.01: Terminología usada por los estudiantes del Colegio el Bosque de Puente Alto.....	80
Tabla 5.02: Terminología usada por los estudiantes Liceo Mater Purissima.....	83
Tabla 5.03: Correlaciones entre variables (Clase 1).....	89
Tabla 5.04: Coeficiente de Determinación.....	89
Tabla 5.05: Correlaciones entre variables (Clase 2).....	91
Tabla 5.06: Coeficiente de Determinación.....	92

Capítulo VI: Propuesta Final y Validación

Tabla 6.01: Primer prototipo de trabajo y apreciaciones realizadas por los académicos.....	110
Tabla 6.02: Esqueleto de la primera guía de trabajo a implementar.....	111
Tabla 6.03: Apreciaciones y sugerencias de los académicos.....	111

Tabla 6.04: Validación de los reactivos asociados al descriptor de comprensibilidad de la propuesta y sus preguntas	115
Tabla 6.05: Validación de los reactivos asociados al descriptor de idoneidad de la propuesta	116
Tabla 6.06: Validación de los reactivos asociados al descriptor de accesibilidad de recursos	116
Tabla 6.07: Validación de los reactivos asociados de movilidad de habilidades	117

Apéndices

Tabla 4.A: Desglose de numero de indicadores por habilidad y Dominio evidencia (Primera Implementación)	165
Tabla 4.B: Desglose de numero de indicadores por Habilidades y Dominio evidenciado (Segunda Implementación)	167

Índice Gráficos e Imágenes

Capítulo I: El Problema de Investigación	
Grafico 1.01: Indicadores de los usos de TIC según establecimientos completos y multigrados	3
Capítulo II: Marco de Antecedentes	
Capítulo III: Marco Teórico	
Imagen 3.01: Relaciones entre entretenimiento educativo, aprendizaje basado en juegos y juegos educativos	32
Imagen 3.02: Relaciones entre las etapas de Flow dentro del modelo PAT	40
Imagen 3.03: Se observa el circulo que rodea al cristal sobre el cual se refleja el haz de luz del laser	47
Imagen 3.04: Laser reflejándose múltiples veces en diferentes ángulos de incidencia	48
Imagen 3.05: En rosado y calipso, los agujeros de gusano que pueden usarse en niveles avanzados del juego, en la imagen se presenta el nivel 5 del juego	49
Capítulo IV: Marco Metodológico	
Capítulo V: Resultados y Análisis	
Gráfico 5.01: Dominios reflejados por los estudiantes a lo largo de la implementación	83
Grafico 5.02: Habilidad “a” reflejada en las respuestas de la guía	84
Grafico 5.03: Habilidad “h” reflejada en las respuestas de la guía	85
Grafico 5.04: Habilidad “i” reflejada en las respuestas de la guía	87
Grafico 5.05: Apreciaciones de los reactivos del indicador de alegría	94
Grafico 5.06: Apreciaciones de los reactivos del indicador de cambio de actitud	95
Grafico 5.07: Apreciaciones de los reactivos del indicador de cambio de actitud	95
Imagen 5.01: Tipo de respuesta. Caso 1	98
Imagen 5.02: Tipo de respuesta. Caso 2	99
Imagen 5.03: Tipo de respuesta, segunda implementación. Caso 1	103
Imagen 5.04: Tipo de respuesta, segunda implementación. Caso 2	104
Imagen 5.05: Tipo de respuesta, segunda implementación. Caso 3	104
Capítulo VI: Propuesta Final y Validación	
Imagen 6.01: Pregunta 3, segunda implementación	120
Imagen 6.02: Pregunta 3 y 4, instrumento final	121
Imagen 6.03: Pregunta 4 y 5, segunda implementación	121
Imagen 6.04: Pregunta 5 y 6, instrumento final	122
Imagen 6.05: Pregunta 7, instrumento final	122
Imagen 6.06: Pregunta 10, instrumento final	123
Imagen 6.07: Pregunta 11, instrumento final	123

Apéndices

Grafico 4.A: Coeficiente de determinación entre el OA.a y Dominios (Primera Implementación).....	166
Grafico 4.B: Coeficiente de determinación entre el OA.h y Dominios (Primera Implementación).....	166
Grafico 4.C: Coeficiente de determinación entre el OA.a y Dominio (Segunda Implementación).....	168
Grafico 4.D: Coeficiente de determinación entre el OA.h y Dominio (Segunda Implementación).....	168
Grafico 4.E: Indicador: Control.....	169
Grafico 4.F: Indicador: Fácil de usar y rápido.....	169
Grafico 4.G: Indicador: Telepresencia.....	169

Introducción

La educación en Chile, responde a los principales tratados internacionales sobre derechos humanos, por lo cual reconoce la igualdad entre personas y el derecho fundamental a una formación de calidad, para lo cual se debe responder a la diversidad de cada persona. Así el proverbio italiano “una vez terminado el juego, el rey y el peón vuelven a la misma caja” (*finito il gioco, il re e il pedone tornano nella stessa scatola*), se adecua también al escenario educativo, pues retrotrae a la memoria que tanto estudiantes como profesores una vez que abandonan el microcosmo del establecimiento educacional, vuelven a insertarse en su contexto social; el cual, a pesar de su nivel de complejidad y multiplicidad de variables, presenta elementos en común. Uno de estos elementos transversales, en el Chile del siglo XXI, es la masividad de las tecnologías de la información y la comunicación, que revelan una sociedad cada vez más globalizada.

En este escenario es donde se enmarca el presente trabajo de seminario, que observa la ubicuidad de las tecnologías móviles como la base que da soporte a nuevas formas de metodológicas de enseñanza, como el aprendizaje basado en juegos digitales. Por lo cual el proyecto responde a la convicción, sustentada en los trabajos e investigaciones afines, que es posible mediar la enseñanza del fenómeno lumínico de la reflexión, por medio de aplicaciones de entretenimiento dirigidas a teléfonos celulares.

El fin último del presente trabajo, es poner a disposición de la comunidad educativa una propuesta didáctica basada en la utilización de aplicaciones digitales de entretenimiento, o simplemente juegos digitales, para primer año de educación media y focalizada a la enseñanza de la reflexión de la luz. Conectado de esta forma la transversalidad de las tecnologías en la sociedad, a una dinámica de aula que considere los intereses que tienen los adolescentes en formación (como lo son los juegos), y dé el espacio para que el aprendizaje suceda.

El primer capítulo, esclarece de la nube de variables involucradas que condicionan y tensan los procesos educativos, la problemática en la que se centrará el presente trabajo e ilustrar la situación actual del uso de juegos en materias pedagógicas en nuestro país, a través de datos de organismos nacionales de educación, referidos específicamente a temáticas como el acceso y uso de TIC. Por último, se presenta dentro del capítulo la meta a alcanzar dentro del proceso de seminario. y los respectivos objetivos específicos que se desprenden de esta.

El segundo capítulo, presenta un marco de antecedentes que permiten ilustrar el escenario que delimita la presente tesis, desde tres perspectivas. La primera de estas refiere a la normativa chilena, detallando el marco legal de educación y como este desencadena en el currículum

nacional. El segundo apartado aborda el impacto de las tecnologías en la sociedad y las oportunidades educativas que estas presentan. Cerrando el capítulo, se presenta cómo los juegos han sido abordados en el proceso educativo desde una mirada histórica y teórica.

En el corpus del tercer capítulo, se abordan los principales enfoques teóricos que sustentan la propuesta didáctica y metodológica, centrándose en describir en qué consiste el aprendizaje basado en juegos digitales. Adicionalmente se presenta un esquema global de los juegos relacionados a la reflexión de la luz, a la vez de caracterizar el juego que articulara las actividades de la propuesta.

El marco metodológico, Capítulo IV, detalla las características del estudio realizado en el presente trabajo de seminario, tales como el tipo de estudio, la definición de las variables y la población en la que se enmarca. A la vez, de precisar la estrategia metodológica a realizar, ilustrar el proceso de diseño de las implementaciones que se llevaron a cabo, y el plan de análisis de la información recopilada en la guía de trabajo que se implementará en clases, así como de la escala de apreciación que responderán los estudiantes, posteriormente a la aplicación de la propuesta.

El capítulo de resultados, que es el quinto secuencialmente hablando, abarca el conjunto de datos que se desprenden de las implementaciones y que son el sustrato del estudio, lo cual es presentado en tres apartados que responden a enfoques distintos. El primero de estos especifica consideraciones en la interpretación de los resultados, lo que orienta el análisis posterior de los mismos. El apartado siguiente, expone los resultados en áreas como los dominios de aprendizaje, habilidades científicas y las apreciaciones de los estudiantes hacia la actividad. Un tercer y último apartado expone un análisis de las respuestas plasmadas en cada guía de trabajo, mostrando las tendencias en estas y aquellos factores que no eran esperados.

El sexto capítulo presenta el proceso de validación del instrumento, resaltando los hitos claves como consideraciones éticas que fueron barajadas, además de la opinión y sugerencias de los expertos. Terminando, por presentar la propuesta didáctica final, específicamente se centra en la guía de trabajo la cual es desglosada pregunta por pregunta.

El séptimo y último de los capítulos del presente trabajo, explica y expone entre sus líneas, las principales conclusiones del diseño e implementación de la propuesta llevada a cabo durante el seminario, además de dar cuenta de los objetivos planteados para el mismo. A la vez explica las líneas de investigación que se desprenden del estudio llevado a cabo, lo que termina por dar cierre a esta tesis.

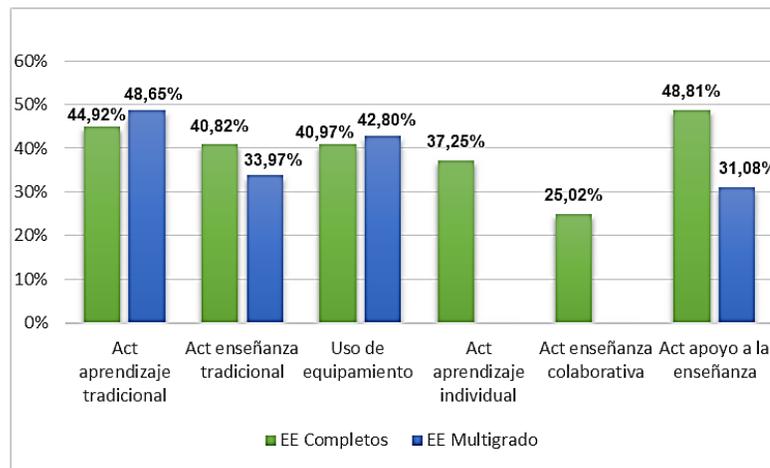
Capítulo I: El problema de investigación

1.1 Problemática

Una de las miradas presentes en el sistema educacional chileno es guiar a los estudiantes a un uso eficiente y responsable de las Tecnologías de la información y comunicación (TIC) de forma que se potencie su aprendizaje y desarrollo personal (MINEDUC, 2009). Atendiendo a este enfoque y considerando la transversalidad de las tecnologías en el país, en donde computadores, *smartphone*, consolas de videojuegos, redes sociales, entre otros elementos y aplicaciones digitales forman parte del contexto cotidiano, surge de forma natural el cuestionamiento de cómo incorporar en el aula las TIC en la labor docente. Una respuesta a esta interrogante es trabajada en el aprendizaje basado en juegos digitales, el cual incide tanto en factores como la desmotivación y desconcentración; específicamente se ha identificado que la inclusión de videojuegos en el aula conlleva como beneficio un aumento en la motivación de los estudiantes (González y Blanco, 2008), a su vez los estudios muestran el desarrollo de variadas habilidades entre ellas la concentración (Sánchez, Sáenz, Muñoz, Ramirez y Martín, 2009).

En oposición a esta práctica educativa se encuentra el enfoque tradicional de enseñanza, el cual muestra indicios de haber permeado hasta alcanzar las formas de utilización de las tecnologías en el aula. Esto se aprecia en los indicadores del uso de las TIC en los establecimientos nacionales, los cuales reflejan que las actividades tradicionales de enseñanza y aprendizaje ponderan como mínimo un 33,97% en comparación a actividades de aprendizaje individual o enseñanza colaborativa cuyo máximo no supera el 37,25% (Enlaces, 2013), tal como se ilustra en el **Gráfico 1.01**.

Gráfico 1.01: Indicadores de los usos de TIC según establecimientos completos y multigrados



Elaboración propia, datos Censo de Informática Educativa 2012 (Enlaces, 2013)

En estudios comparativos dentro de los países de la región, específicamente Argentina, México, Costa Rica y Chile se ha mostrado que el uso de TIC tradicionales tiende concentrarse en un uso medio y bajo (Light, Manso y Rodríguez, 2010), distinguiéndose principalmente el uso de herramientas tales como procesador de textos y software de presentación, como aquellas más usadas a nivel nacional. Estos autores distinguen también que el uso de TIC Web2.0, tales como redes sociales, audio o video *streaming*, herramientas de mapas en línea, juegos de aprendizaje y simulaciones, entre otros, se concentra fuertemente en un uso bajo, siendo Chile el país que mayor porcentaje concentra en esta categoría (71%), y en cuyo desglose se destaca el uso de redes sociales y tecnologías en línea para crear productos multimedia, 40% y 60% respectivamente, en contraposición al uso de juegos de aprendizaje y simulaciones que alcanza solo un 27%.

Los marcos de las observaciones anteriores parecen coincidir con el escenario de otros países, como el descrito por Gros y Noguera (2013), quienes explican que en la formación se refleja una carencia de integración de tecnologías digitales debido a una escasez de modificaciones en las orientaciones pedagógicas esenciales que permiten hacer frente a los conocimientos y competencias de los estudiantes de hoy en día. De igual forma la evidencia nacional apunta que existe una brecha, entre la disponibilidad de los equipos tecnológicos que poseen los centros educacionales y el uso potencial de ellos (Cifuentes y González, 2013), cifras como las obtenidas en el Primer Censo de Informática Educativa respaldan este tipo de afirmaciones, entre estas el Centro de Estudios de Políticas y Prácticas en Educación (CEPPE) resalta que el 52% de los 9.260 establecimientos de carácter municipal, subvencionado y privado que fue participe de la evaluación, no aprovecha los recursos informática y de software que poseen para enseñar a sus alumnos (CEPPE, 2012).

Por lo cual la rigidez que parece limitar las modificaciones en aquellas orientaciones pedagógicas a las que aluden Gros y Noguera en el contexto español, se ven reflejadas en el contexto nacional, pues como resaltan Cifuentes y Gonzáles (2013) independiente de un mayor uso de las tecnologías que emplean los profesores en su día a día, incluyendo un mejor acceso y disponibilidad a ellas en sus centros educacionales, no se ha podido efectuar un traspaso de este conocimiento a las prácticas de enseñanza, principalmente debido a la vinculación existente entre la forma como el docente concibe las TIC y el uso pedagógico que da a estas tecnologías.

A partir de las consideraciones expresadas en las líneas precedentes es comprensible que la utilización de tecnologías digitales se vea limitada a un uso básico como presentaciones, proyección de vídeos, revisión de páginas web, entre otras acciones que facilitan el trabajo pedagógico, pero que suelen enmarcarse en prácticas tradicionales de enseñanza. Así a través de este tipo de dinámicas la implementación de tecnologías no incide mayormente en los

aprendizajes, en contraposición como afirma Wenglinsky (2005), al ser utilizadas en conjunto con prácticas pedagógicas constructivistas, bajo las cuales los estudiantes desarrollan habilidades como el análisis, la evaluación y la creación. Se entiende así que el uso de tecnologías en las salas de clases debe ser llevado a cabo con una mirada estratégica que conjugue una enseñanza centrada en el aprendizaje, así como un uso activo de estas por parte de los estudiantes.

Dentro de esta perspectiva estratégica, que busca un activo uso de las tecnologías en el aula, se aprecia la opción táctica que ofrecen las plataformas digitales de entretenimiento, las cuales han impactado en ocasiones profundamente en la sociedad; notable es el caso vivenciado en Japón a finales de la década de los setenta en el cual debido a la popularidad del juego *Space Invaders* hubo una escasez de monedas de 100 yenes, las cuales eran requeridas para jugar, hecho que implicó que el gobierno cuadruplicara la producción (Kohler, 2005). Esta gran demanda que ocasionan los videojuegos al mercado lejos de diluirse se encuentra presente en el día a día de nuestra sociedad, lo que invita a una reflexión sobre el cómo rescatar estas tecnologías en la formación de los estudiantes.

Uno de los componentes implícitos en la implementación de plataformas digitales de entretenimiento con fines educativos, es que estas dinámicas se centran en juegos. No obstante, esta idea a pesar de ser una práctica reciente en la historia humana posee raíces históricas, a este respecto Fuentes (2008) detalla que el aporte de los juegos al aprendizaje ya era reconocido por filósofos griegos como Platón que en su obra *Las Leyes* formula la noción de educar jugando, aludiendo al placer que se encuentra en los juegos, así como por Aristóteles quien alude a esta práctica como parte del proceso de formación. En el presente, la dimensión formativa de los juegos ha sido trabajada a través de distintas perspectivas, de las cuales solo la referida a la implementación de videojuegos posee tres miradas, estas son los juegos serios, la *gamificación* y la que enmarca la presente investigación: el aprendizaje basado en juegos digitales, que como su nombre deja entrever, consiste en la implementación de prácticas educacionales circunscritas al uso de videojuegos y focalizadas en el aprendizaje de los estudiantes.

Una de las vallas que debe sortear este enfoque en el sistema educativo es la natural concepción de las personas de identificar los juegos solo como actividades recreativas y de esparcimiento, sin concebir el potencial educacional que posee, lo que tiende a ocasionar un distanciamiento de esta actividad de las aulas. En la segunda mitad de los años noventa la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) hizo hincapié sobre esta mirada, exponiendo una perspectiva social de la negación hacia los juegos, especificando que tanto los países en desarrollo, como las familias de escasos recursos y las sociedades que aprecian en sobre medida los estudios como forma ideal de la promoción social poseen esta característica, considerando al juego como improductivo, razón de su frecuente exclusión de la

escuela, específicamente desde el final de la etapa preescolar, terminando reducido a una simple actividad recreativa (UNESCO, 1980). En tal sentido, el acto de jugar es visto como un momento lúdico, carente de relevancia pedagógica, hecho que obstaculiza la instauración del aprendizaje basado en los videojuegos (Morales, 2009).

Los juegos digitales no escapan de las consideraciones anteriores e inclusive están afectos a otras impresiones negativas que ralentizan su incorporación en el ambiente educacional. Factores que acentúan este tipo de ideas son la regular cobertura de medios de comunicación, que advierten sobre la adicción a este tipo de juegos y la presencia de violencia y agresión que en ellos se presenta, así como las investigaciones psicológicas centradas en los efectos perjudiciales que se desprenden de los mismos (Granic, Lobel y Engels, 2014). En este mapeo de impresiones cabe agregar que el rechazo a los videojuegos se sustenta en parte por el desconocimiento de estos y de la utilización que se les suele dar, causando una disposición reacia frente a ellos (Jariego y López, 2003); lo cual conlleva, a juicio de estos autores, que esté difundida la idea, entre los docentes, que esta actividad afecta perjudicialmente la interacción social, el rendimiento académico y el tiempo de estudio.

En contraposición a las creencias convencionales que jugar videojuegos es una acción intelectualmente aletargada, el acto que conlleva jugarlos promueve una amplia gama de habilidades cognitivas (Granic, Lobel y Engels, 2014). Los estudios parecen respaldar esta concepción, así lo refleja las distintas publicaciones referidas a la implementación de juegos digitales, que dejan entrever el posible impacto positivo en las habilidades referidas a la resolución de problemas, así como un aumento en el compromiso y la motivación a la adquisición de conocimientos (Perrotta, Featherstone, Aston y Houghton, 2013). La interacción con un juego está lejos de ser una práctica pasiva intelectualmente, Van Eck (2006) detalla que mientras esta ocurre se requiere de un ciclo constante de formulación de hipótesis, pruebas y revisión, hechos enmarcado en un proceso que ocurre rápida y frecuentemente mientras se juega, entregando de esta forma una retroalimentación inmediata.

Aunado a la situación implícita detallada, cabe considerar que la implementación de juegos digitales en las aulas posee una componente explícita de dependencia, la cual es la consideración de las tecnologías disponibles en los centros educacionales. Atendiendo esta consideración, estudios nacionales han caracterizado un significativo incremento en los soportes tecnológicos de los establecimientos, esto se ilustra al comparar el número promedio de computadores en el periodo comprendido entre los años 2009 y 2012, en los cuales existe un aumento de este recurso en todas las dependencias, ya sean municipales, particulares subvencionadas o particulares pagadas (Enlaces, 2012), a su vez este informe resalta un aumento en el porcentaje de computares con acceso a internet en dicho periodo, siendo los centros educacionales del sector

municipal quienes reflejan el mayor cambio porcentual de un 29% a un 66%. Esto ha repercutido positivamente en otros ámbitos educativos, lo cual puede observarse en el resumen del informe internacional *Education at a Glance 2015* de la OECD, realizado por el Centro de Estudios del MINEDUC, el cual puntualiza que los estudiantes chilenos de 15 años de edad declararon utilizar internet en el colegio durante un tiempo promedio de 30 minutos, mientras que para la OECD dicho valor alcanzó los 25 minutos (MINEDUC, 2015).

Cabe agregar al panorama presentado, la acotación que realiza el Centro de Estudios del MINEDUC, el cual resalta que numerosas investigaciones han demostrado que los docentes son uno de los factores más relevantes dentro del sistema educativo para generar aprendizajes efectivos en los estudiantes, tanto a nivel cognitivo como no cognitivo (MINEDUC, 2016). Al tener presente la injerencia de los docentes dentro del entorno educativo, se ha de considerar el uso que estos dan a las diversas TIC en su día a día, un primer esquema sobre este patrón conductual aparece en el ya mencionado Censo de Informática Educativa 2012, que identifica la frecuencia con que los profesores realizan actividades con TIC, resaltando como practicas más habituales buscar información, así como el enviar y recibir correos electrónicos, mientras que dentro de las acciones menos habituales el hacer llamadas, comprar y jugar, hechos transversal para los tres tipos de dependencia, a su vez al puntualizar sobre las practicas realizadas con sus teléfonos móviles se mantiene constante, en lo que respecta a su uso habitual, tanto el buscar información como el enviar y recibir correos electrónicos, mientras que jugar se mantiene como una práctica poco habitual dentro del grupo docente (Enlaces, 2013).

Comparativamente al escaso uso de juegos por parte de los profesores nacionales, se vuelve prácticamente paradójico la rápida inmersión de los jóvenes que cursan el ciclo escolar en el “mundo digital”. Para hacer una idea más precisa de la magnitud del apropió que la sociedad ha hecho solo de los juegos digitales, basta mirar el artículo periodístico de Díaz, N. (2014, 22 de marzo) donde expone la cifras que maneja la industria de los videojuegos; en él se detalla que según la consultora Gartner, a nivel global, la industria generó US\$ 79 mil millones en 2012 y US\$ 93 mil en 2013, mientras que Chile no se distancia del crecimiento de este mercado, así pues, cifras de la consultora GfK Retail and Technology Chile, señalan que la industria ya mueve más de US\$ 130 millones al año. Por su parte los estudiantes parecen corroborar estas cifras, pues según el informe de Enlaces (2013), dentro de las actividades que estos realizan con Internet aquellas con mayor frecuencia son usar redes sociales, chatear y jugar; igualmente al ser consultados por las actividades que realizan con teléfonos celulares, aquellas que lideran las preferencias son chatear y jugar.

Recapitulando, se dibuja un primer arquetipo de la situación educacional chilena, la cual a pesar de estar orientada a potenciar habilidades relacionadas a las TIC se encuentra con una

implementación básica en las aulas, en contraposición con el manejo extensivo que los estudiantes hacen uso de ellas. Escenario que requiere la búsqueda de nuevas estrategias educacionales, y en la que resalta como opción la aplicación de videojuegos como herramientas de aprendizaje, propuesta sujeta a las impresiones de docentes y otros actores del sistema educativo, pero que la evidencia refleja auspiciosas perspectivas y que conduce a variadas problemáticas de las cuales el presente trabajo de seminario busca dar luces sobre:

¿Qué dominios de aprendizaje enmarcados en el conocimiento disciplinar de la reflexión de la luz, se ven potenciados con la implementación del videojuego *Laserbreak Lite* en el aula?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta pedagógica basada en actividades que conjuguen la exploración del fenómeno de la reflexión de la luz con el juego digital *Laserbreak Lite*, para los estudiantes de la asignatura de física de primer año de educación media.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Desarrollar una propuesta metodológica que emplee el videojuego *Laserbreak Lite* para la enseñanza de la ley de reflexión de la luz correspondiente a la segunda unidad de primer año medio.
2. Identificar y detallar los conocimientos disciplinarios relacionados a la reflexión de la luz, que los estudiantes asimilan por medio de la actividad centrada en el juego *Laserbreak Lite*.
3. Identificar el grado en que las habilidades científicas, relacionadas con la descripción, organización de datos y creación de modelos, son puestas en práctica por los estudiantes a lo largo de la implementación de la propuesta.
4. Proponer orientaciones pedagógicas sobre la base de la experiencia realizada, que canalicen una plusvalía de esta actividad.

Capítulo II: Marco de antecedentes

El segundo capítulo aborda tres principales nociones que caracterizan el panorama en el que está inmerso el presente trabajo de seminario. El primero de estos presenta la normativa nacional en educación, caracterizando el escenario legal y curricular, además de listar los estándares que orientan la labor docente. En segundo lugar se ilustra como las tecnologías de la información y la comunicación han marcado el escenario social y educacional. Cierra el capítulo una tercera lectura de como los juegos han sido abordados desde la perspectiva educacional.

2.1 Normativa nacional

El presente apartado tiene la función de esquematizar y aclarar las normativas legales que enmarcan el desarrollo curricular del país, para ello se presentan de forma sucinta los cambios y reestructuraciones acontecidos en esta área en las dos últimas décadas. Conjuntamente se especifica con mayor detalle las implicancias de las modificaciones en el diseño curricular de la temática en estudio.

2.1.1 Marco legal vigente

Los instrumentos curriculares elaborados y suministrados por el Ministerio de Educación de Chile dan cuenta de lo dispuesto en la Ley 20.370, también denominada Ley General de Educación. Así pues, todos estos deben alinearse a lo dispuesto en este marco legislativo o por su defecto a otros materiales que responden ante esta ley. Se abarca con ello desde las sugerencias didácticas entregadas en los Programas de Estudio hasta la disposición temporal explicitada en los Planes de Estudio, teniendo que responder en esencia a las directrices explicitadas en los artículos que componen este cuerpo legal de carácter constitucional.

Contrariamente a lo que se ha expresado en las líneas anteriores existen Programas de Estudio que no responden a los lineamientos dispuestos en la ley mencionada, como son el caso de los programas de tercero y cuarto medio. Esto es debido a un proceso de recambio curricular que no ha terminado, específicamente a las modificaciones que tuvieron lugar después de la derogación de la anterior normativa chilena de educación. La legislación vigente desde 1990 hasta la segunda mitad del 2009 era la Ley 18.926 o Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza (LOCE), la cual introdujo significativos cambios en múltiples materias educacionales, de las que no estuvo excluido el área curricular.

Esta normativa dispuso de forma implícita la construcción de un currículum nacional, detallando que en él se deben establecer los objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios para cada uno de los años de escolaridad, de forma que faciliten la obtención de los objetivos generales prescritos en la ley. Este documento fue conocido como Marco Curricular, el cual sufrió variadas adecuaciones en su prolongado proceso de elaboración y desarrollo, siendo el propósito de estos ajustes dar mayor consistencia interna al currículum nacional, tendiendo a una mayor articulación entre niveles (Espinoza, 2014). Los programas de tercero y cuarto de enseñanza media que no responden a la Ley 20.370, es debido a que están elaborados a partir del Ajuste Curricular del año 2009, el cual fue la última adecuación hecha al Marco Curricular.

Apartándonos de las consideraciones anteriores, la base legal actual bajo la que se alinea el nuevo currículum nacional es la Ley General de Educación, la cual estipula de forma explícita la construcción de las denominadas Bases Curriculares, resaltando que deberán estar definidos en ella, cada uno de los Objetivos de Aprendizaje que permitan el logro de los Objetivos Generales que dispone la Ley para los distintos niveles de educación formal impartidos por el estado de Chile.

2.1.2 Currículum Nacional

El currículum nacional es un decreto supremo emitido por el presidente de la república, elaborado por el Ministerio de Educación de Chile y ratificado por el Consejo Nacional de Educación, estas características parecieran por sí dar garantías de un documento de alto estándar tanto en su contenido como en su implementación, no obstante durante el proceso de transición de la Ley Orgánica Constitucional de la Enseñanza a la Ley General de Educación se ha podido evidenciar prácticas que no se alinean a estas primeras impresiones.

Las modificaciones realizadas al Marco Curricular se publican en agosto del año 2009, mientras que de forma casi simultánea se aprueba la actual ley vigente de educación, específicamente en septiembre del mismo año, la cual fijaba una nueva estructuración del diseño curricular, además de reorganizar el periodo de enseñanza básica y media; estos eventos de apariencia inocua e inconexa, inevitablemente introducen tensión el quehacer docente (Manríquez, 2014).

El Ajuste Curricular 2009 disponía a entrar en vigencia el año 2010, específicamente en los cursos de quinto a octavo básico, y al siguiente año se debía incorporar desde primero a cuarto básico. Sin embargo, esta fase se ve interrumpida en sus inicios, pues a comienzos del año escolar se envía un oficio postergando por un año su implementación, con ello los programas vigentes en dicho periodo continuaron siendo los correspondientes al Marco Curricular. A lo descrito se

agrega que no se elaboraron los programas de tercero y cuarto medio, los cuales debían ser implementados en el año 2013, continuando así la lógica anterior de dejar vigentes los programas del primer currículum. En este periodo descrito se desarrollaron las primeras Bases Curriculares, las cuales comenzaron su elaboración en 2010, siendo aprobadas en el siguiente año. El proceso de recambio curricular vio un avance más el año 2013, en donde se aprobó un nuevo tramo del currículum, el cual comprende desde séptimo básico a segundo medio.

Las implicancias que estos hechos han ocasionado, es que durante los años 2010 al 2014 el sistema educacional chileno tuvo a la disposición de los establecimientos educacionales una pluralidad de currículum nacionales, en específico tres: Marco Curricular, Ajuste Curricular y Bases Curriculares, otro hecho no menor es la celeridad de implementación de las bases curriculares en comparación a la experiencia anterior (Manríquez, 2014); la cual como se ha detallado presentó una operatividad parcial al carecer de Programas de Estudio para algunos niveles. Espinoza (2014) resume estas problemáticas detallando que la implementación y la comprensión general de las dinámicas de cambio curricular fueron afectadas negativamente por la superposición de estos dos procesos curriculares de gran importancia, aunque de orígenes y propósitos distintos.

Así pues ante el escenario planteado, es preciso detallar que en el presente trabajo de seminario, se enmarca bajo lo dispuesto en la Ley General de Educación y por ende responde a las Bases Curriculares, específicamente a “formular y fundamentar predicciones basadas en conocimiento científico” y “crear, seleccionar, usar y ajustar modelos simples, en forma colaborativa, para apoyar explicaciones de eventos frecuentes y regulares” (MINEDUC, 2013; pag.152).

Los Objetivos de Aprendizaje descritos en las líneas precedentes se orientan al desarrollo de habilidades científicas, reafirmando el enfoque presente en las Bases Curriculares, que considera el hacer ciencia como una construcción y reconstrucción de conceptos científicos a partir de investigaciones e indagaciones de naturaleza experimental, no experimental o documental, entre otras (MINEDUC, 2013). De esta forma, tanto la experimentación como la representación de distintos modelos permiten el desarrollo de explicaciones fenomenológicas de carácter científico, incentivando paralelamente el pensamiento crítico y creativo. Por consecuencia los estudiantes aprenden cómo la construcción del conocimiento científico está ligado a la evidencia, esto en un contexto de integración uniforme entre hombres y mujeres siendo esta de carácter colaborativo y de intercambio de roles en el propio trabajo de investigación e indagación.

El uso de tecnologías de la información y la comunicación considerada como una valiosa herramienta de apoyo para el estudiante (MINEDUC, 2013), completan este puzzle, pues permiten entrelazar la recolección, el procesamiento y la comunicación de las evidencias obtenidas con la

construcción del conocimiento científico, enriqueciendo a través de ellas este proceso, al facilitar la búsqueda de evidencias, replicar experimentos o contrastar hipótesis de trabajo con la evidencias que pueden ser obtenidas mediante su uso.

En esta línea las Bases Curriculares resaltan la idea de que en el proceso de aprendizaje, los estudiantes enfrentan desafíos y problemas relevantes, en los que podrán poner en práctica los conceptos científicos aprendidos, al mismo tiempo de trabajar con el uso de recursos tecnológicos disponibles para realizar investigaciones, obtener evidencias y comunicar resultados, por lo tanto, se considera que las tecnologías de la información y la comunicación, forman parte importante de la alfabetización científica (MINEDUC, 2013).

Finalmente es preciso considerar que lo dispuesto en el currículum nacional es engranado y concatenado por el docente sin ser necesario seguir un orden estrictamente lineal en la enseñanza del proceso de investigación, de forma que es posible trabajar cada uno de los Objetivos de Aprendizaje de manera tal que se encadenen a una o más Habilidades de Investigación Científica. Esto da un rango de acción al educador para determinar la secuencia de sus actividades de forma de potenciar las habilidades de sus estudiantes, y motivarlos a la obtención de experiencias de aprendizaje significativas, de manera que desarrollen su interés y curiosidad por la ciencia, haciendo a través de esto un uso responsable y efectivo de las tecnologías de la información y comunicación para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias.

2.1.3 Prescripción curricular chilena sobre la reflexión de la luz

Considerando que la reflexión de la luz ha sido una temática transversal en el currículum nacional, ya sean que responda a la Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza o a la Ley General de Educación, el objetivo del presente apartado es esclarecer el cómo, cuándo y en qué contexto se sitúa este conocimiento disciplinar dentro del sistema educativo chileno, contrastando las versiones curriculares que han abordado la reflexión de la luz en la enseñanza media.

En este propósito de esclarecer el panorama de las políticas curriculares que engloban y enmarcan el contenido del presente trabajo, cabe volver a hacer presente que estas cursan un proceso de reforma, razón por la cual en el escenario actual se conjugan para la enseñanza media, tanto el Ajuste Curricular 2009 como las Bases Curriculares. Hecha esta consideración, y con el fin de comenzar a ilustrar cómo ha sido tratado transversalmente el estudio de la luz en los distintos currículum chilenos se presenta en la **Tabla 2.01** la prescripción textual que alude al estudio del fenómeno de la reflexión lumínica y su propagación.

TABLA 2.01: Objetivos educativos referidos a los fenómenos lumínicos en distintos currículos.

<p>Marco Curricular Actualización 2005 Dct. N°220 (Marco Curricular de la Educación Media).</p>	<p>Ajuste Curricular 2009 Dcts. N°256 y N°254 (Marco Curricular de la Educación Básica y Media).</p>	<p>Bases Curriculares 2013 Dct. N°614 (7°-8° Básico y 1°-2° Medio).</p>
<p>OF1. “Observar críticamente fenómenos cotidianos asociados a la luz, el sonido y la electricidad; comprenderlos sobre la base de conceptos físicos y relaciones matemáticas elementales” (MINEDUC, 2005).</p>	<p>OF5. “Comprender el origen, la absorción, la reflexión y la transmisión del sonido y la luz, sobre la base de conceptos físicos, leyes y relaciones matemáticas elementales” (MINEDUC, 2009).</p>	<p>OA11. “Explicar fenómenos luminosos, como la reflexión, la refracción, la interferencia y el efecto Doppler, entre otros, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando: Los modelos corpuscular y ondulatorio de la luz; las características y la propagación de la luz (viaja en línea recta, formación de sombras y posee rapidez, entre otras); la formación de imágenes (espejos y lentes); la formación de colores (difracción, colores primarios y secundarios, filtros); sus aplicaciones tecnológicas (lentes, telescopio, prismáticos y focos, entre otros)” (MINEDUC, 2013).</p>

Tal y como puede apreciarse en la **Tabla 2.01** existe una significativa diferencia de precisión entre los OF y el OA, se distingue en los primeros una meta general de aprendizaje de carácter global, la cual aborda en ambos más de una temática o contenido disciplinar, entre ellas son recurrentes el estudio del sonido y la luz, ambos abordados mediante la comprensión de las relaciones matemáticas que las describen así como de un enfoque conceptual. Por su parte el OA acota específicamente el objeto de estudio, planteando la meta de aprendizaje en función de la experimentación y el uso de modelos en el estudio de los fenómenos físicos que detalla.

Estas diferencias responden a que estos objetivos se alinean en distintas concepciones curriculares. Tal como se observa los OF corresponden a un enfoque que especifica la meta de aprendizaje global aparte de los contenidos inmersos en ella, el detalle de estos últimos se encuentra presente en los CMO, dentro del mismo currículum. Así el dúo OF/CMO forman la especificación del objeto de aprendizaje y de enseñanza respectivamente, pudiendo darse el caso que para un OF estén vinculados varios CMO. Véase la **Tabla 2.02** que rescata textualmente sólo los contenidos asociados a la propagación de la luz y su reflexión en cada Marco Curricular.

TABLA 2.02: Prescripción curricular de los CMO en distintos marcos curriculares.

<p align="center">Marco Curricular Actualización 2005 Dct. N°220</p> <p align="center">(Marco Curricular de la Educación Media).</p>	<p align="center">Ajuste Curricular 2009 Dcts. N°256 y N°254</p> <p align="center">(Marco Curricular de la Educación Básica y Media)</p>
<p>CMO: La luz</p> <p>1. Propagación de la luz</p> <p>a. Observación fenomenológica del hecho que la luz se refleja, transmite y absorbe, al igual que el sonido. Distinción entre la propagación de una onda en un medio (sonido) y en el vacío (luz). Historia del debate entre la hipótesis corpuscular y la hipótesis ondulatoria, para explicar estos fenómenos.</p> <p>b. Derivación geométrica de la ley de reflexión, a partir del principio de Fermat. Distinción cualitativa del comportamiento de la luz reflejada por espejos convergentes y divergentes. Espejos parabólicos.</p> <p align="right">(MINEDUC, 2005).</p>	<p>CMO: La materia y sus transformaciones:</p> <p>7. Análisis comparativo de la reflexión de la luz en espejos planos y parabólicos para explicar el funcionamiento del telescopio de reflexión, el espejo de pared, los reflectores solares en sistemas de calefacción, entre otros.</p> <p align="right">(MINEDUC, 2009).</p>

En lo que respecta a el currículum nacional, este se basa en distintos instrumentos curriculares que facilitan su implementación, los cuales poseen diversas funciones orientadas al logro de los aprendizajes que se definen en las Bases o el Marco curricular, según sea el caso (MINEDUC, 2009; MINEDUC 2013). Dentro de estos instrumentos se encuentran los Programas de Estudio, de los cuales son un documento de carácter normativo que expone los objetivos, la secuencia de contenidos de enseñanza y las actividades que deben aplicarse en conformidad al plan de estudio (MINEDUC, 2005), en resumen se entiende que son una propuesta para organizar y orientar el trabajo pedagógico del año escolar (MINEDUC, 2011).

Por su parte los Planes de Estudio están incluidos en el set de instrumentos curriculares, siendo igualmente un documento de carácter normativo que señala, para cada curso, los sectores, subsectores de aprendizaje o las asignaturas la carga horaria semanal (MINEDUC, 2005), en otras palabras definen la organización temporal de cada nivel escolar, consignando las actividades curriculares que los estudiantes deben cursar y el tiempo semanal que se les dedica (MINEDUC, 2009).

Como consecuencia de la diferencia presente en ambos currículos nacionales, en donde los OA desplazan la terminología asociada en los anteriores marcos, distanciándose de esta forma de los OF/CMO, surge una distinción en las definiciones de los Programas de Estudio. Antes de ahondar en ello, cabe resaltar que la modificación de las categorías de prescripción curricular se da al definir estándares de aprendizaje que permitan contrastar la consecución de los Objetivos

Generales de la educación señalados en la Ley General de Educación y en las Bases Curriculares, así la razón del reemplazo de las categorías anteriores, OF/CMO, es otorgar una mayor claridad y precisión en la definición de lo que se espera que aprendan los estudiantes, lo cual fue plasmado en los Objetivos de Aprendizaje (MINEDUC, 2013).

El carácter global de los objetivos descritos en el Marco Curricular fue precisado en los denominados Programas de Estudio, los que poseen dentro de sus principales componentes una especificación de los aprendizajes que se deben lograr para alcanzar los OF y los CMO, sintetizando estas ideas en Aprendizajes Esperados (MINEDUC, 2011), por tanto, constituyen un faro que orienta el quehacer pedagógico en la sala de clases (MINEDUC, 2004). Cabría preguntarse entonces cuáles Aprendizajes Esperados (AE) abarcan el contenido específico de la reflexión lumínica, esta distinción puede apreciarse en la **Tabla 2.03** que especifica estos objetivos de aprendizaje según el currículum al que se alinean.

TABLA 2.03: Aprendizajes Esperados Según programa de estudio

<p style="text-align: center;">Física Programa de Estudio Primer Año Medio 2004</p>	<p style="text-align: center;">Física Programa de Estudio Primer Año Medio 2011</p>
<p>AE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son más sensibles a la diversidad de la materia en cuanto a la forma en que se propaga la luz en diferentes medios. • Reconocen el valor de formular un principio y de realizar razonamientos geométricos para comprender fenómenos naturales (principio de Fermat). • Relacionan fenómenos muy diversos como el sonido y la luz a través de conceptos unificadores como el de onda. • Reconocen que el conocimiento científico se ha logrado paso a paso a lo largo de la historia (por ejemplo, en astronomía), a veces luego de dilatadas controversias (por ejemplo, la naturaleza ondulatoria o corpuscular de la luz). <p style="text-align: right;">(MINEDUC, 2004).</p>	<p>AE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar la reflexión y la refracción de la luz en diversos contextos para describir el funcionamiento de dispositivos que operan en base a estos fenómenos. • Describir la naturaleza ondulatoria de la luz y el funcionamiento de algunos aparatos tecnológicos que operan en base a ondas electromagnéticas. • Describir investigaciones científicas clásicas y contemporáneas sobre la luz, valorando el desarrollo histórico de conceptos y teorías. <p style="text-align: right;">(MINEDUC, 2011).</p>

Finalmente al considerar los propósitos planteados en el presente trabajo de seminario, el Objetivo de Aprendizaje quedaría acotado a que los estudiantes sean capaces de: Explicar la reflexión de la luz, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando: las características y propagación propias de esta, principalmente que viaja en línea recta.

2.1.4 Estándares Orientadores

El docente como tal debe ser integralmente competente en su área de desempeño, por lo cual se espera que desarrolle ciertas características propias de su nivel profesional, así entonces, el docente debe ser capaz de comprender, conocer, relacionar e identificar en variados contextos. Para el caso de la propuesta pedagógica que se propone, se espera que el docente se enmarque en ciertas áreas específicas detalladas en los estándares orientadores, las cuales son cruciales para que este pueda hacer una aplicación ideal de la propuesta, siendo al mismo tiempo un ente crítico de está generando instancias de perfeccionando a posteriori de las aplicaciones y sobre la marcha misma de esta.

Los Estándares Orientadores responden a orientaciones sobre los contenidos disciplinarios y pedagógicos que debe saber todo docente al finalizar su formación base (MINEDUC, 2012), estas se encuentran enmarcadas por asignaturas, las cuales presentan un conjunto de áreas que definen los estándares que el profesorado novel debe poseer. En este mismo documento además se especifica que el concepto de estándar, en el contexto educacional, se entiende como aquello que todo docente debe saber y poder hacer para ser considerado competente en un determinado ámbito, en este caso, en la enseñanza de la Física. Finalmente se puntualiza que los estándares sirven como medida base o 'vara', pues describen desempeños que permiten verificar el logro del nivel que se juzga adecuado para hacer posible la efectividad de la enseñanza de un profesor competente (MINEDUC, 2012).

La asignatura de Física posee un total de nueve áreas, entre ellas es oportuno mencionar la primera de estas, Conocimiento científico y su aprendizaje, la cual contiene los estándares referidos a los conocimientos que deben mostrar los futuros profesores los estudiantes de Educación Media y sobre cómo estos aprenden ciencias, es decir, el docente debe comprender las principales variables que afectan el aprendizaje, así como las dificultades de los estudiantes para incorporar los contenidos de la disciplina (MINEDUC, 2012). El detalle de la misma puede es precisado en el Estándar 1 dicta que el docente conoce como aprenden Física los estudiantes de Educación Media, puntualizando que:

“El futuro profesor(a) conoce como aprenden física los estudiantes y las dificultades que estos enfrentan, sabe cómo identificarlos y las considera al planificar la enseñanza. Comprende que los estudiantes requieran ciertas habilidades que favorecen el aprendizaje en el área. Conoce como impacta el uso de las TIC en el aprendizaje del área”

(MINEDUC, 2012).

Se observa claramente, que el primer estándar se alinea de esta forma en un enfoque centrado en el estudiante y sus necesidades, especificando la relevancia que los futuros profesores conozcan quiénes son sus pupilos y en qué ritmo aprenden. Además de tener en cuenta las necesidades de estos, el entorno social del que provienen, así como las motivaciones individuales o grupales. Por lo cual se vuelve clave que los docentes sean capaces de aplicar estrategias que potencien la progresión de aprendizajes, lo cual se resume en la **Tabla 2.04**, que especifica aquellas características de los docentes que poseen el enfoque descrito.

Tabla 2.04: Acciones que se manifiestan del Estándar 1.

N°	Descriptor
1.	Identifica oportunidades de aprendizaje para mostrar a los estudiantes la vinculación entre los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales de la Física con la comprensión del mundo natural y la vida cotidiana.
2.	Comprende cómo progresa el aprendizaje de la Física y define estrategias para impulsar el desarrollo de las habilidades y conocimientos requeridos.
3.	Conoce formas para identificar las ideas previas de los estudiantes sobre el mundo natural (como ideas preconcebidas o teorías implícitas) y las concibe como punto de partida del aprendizaje de la Física.
4.	Conoce las preconcepciones más habituales en Física, especialmente aquellas asociadas a fuerza y calor, su carácter implícito y su persistencia en los alumnos pese a demostraciones o explicaciones en el aula por parte del docente.
5.	Maneja estrategias para utilizar las explicaciones intuitivas de los estudiantes sobre los fenómenos naturales como hipótesis que pueden ser desafiadas, complementadas y sometidas a prueba.
6.	Reconoce las principales dificultades de aprendizaje de la Física y de las habilidades científicas, así como las principales tendencias, líneas de investigación y desarrollo de las mismas.
7.	Reconoce la incidencia del uso de ciertos términos cotidianos en la comprensión de algunos conceptos o explicaciones a fenómenos naturales.
8.	Describe estrategias para identificar en los estudiantes talentos o intereses especiales para incentivar su desarrollo y orientar sus proyecciones en el área.
Fuente: MINEDUC (2012)	

Elaboración Propia.

Estos estándares además se han de complementar con un enfoque integral dentro del proceso educativo, conjugando así tanto en el aprendizaje como en la enseñanza las particularidades propias de la asignatura de Física, tanto en sus aspectos metodológicos como en los requerimientos pedagógicos que se desprenden de esta, lo cual se ilustra en el segundo estándar, el cual menciona que el profesor debe comprender las particularidades de la enseñanza-aprendizaje de la Física y sus requerimientos pedagógicos, resaltando además que:

“Comprende que el propósito del sector es contribuir a la formación de ciudadanos informados y responsables de sus acciones y decisiones. Comprende que la naturaleza del conocimiento científico y su desarrollo histórico tiene implicancias sobre la enseñanza de la Física y que esta requiere desarrollar las habilidades científicas de manera integrada con los conocimientos disciplinares. Asume que el aprendizaje de la física no debe centrarse en la memorización ni en la “matematización” de conceptos, sino que abordarse desde el desarrollo explícito de habilidades superiores de pensamiento. Comprende la importancia de realizar experiencias prácticas y actividades experimentales adecuadas para el aprendizaje de conceptos y el desarrollo de habilidades científicas y conoce múltiples posibilidades de llevarlas a cabo”

(MINEDUC, 2012).

El enfoque que caracteriza este descriptor apunta a una visión integral, y por consecuencia social de la enseñanza de las ciencias, al rescatar el enfoque de Alfabetización Científica tomado desde la perspectiva propuesta por la OECD (2009), organismo que resalta que la enseñanza de la ciencia debe enfocarse en formar ciudadanos reflexivos, apuntando a que estos alcancen la comprensión de cómo la ciencia y la tecnología dan forma a nuestros materiales, ambientes intelectuales y culturales, además de comprender los rasgos característicos de la ciencia y la investigación como una forma de conocimiento humano, fomentando así la toma de decisiones informadas sobre materias que se relacionen a las ciencias y afecten el entorno en que se desenvuelven. Concluyendo este mismo informe que el foco se centra en la aplicación de los conocimientos científicos en el contexto de situaciones de la vida, en comparación con la simple reproducción de los conocimientos tradicionales de la escuela. Estos parámetros terminan por ser expresados en la **Tabla 2.05** que especifica las características que debiesen tener los docentes que cumplen con el estándar.

Tabla 2.05: Acciones que se manifiestan del Estándar 2.

N°	Descriptor
1.	Evalúa distintos desafíos de la enseñanza de la Física, entre los que se encuentra el exceso de “matematización” y teorización con que tradicionalmente se ha abordado, lo que se supera mediante una didáctica que enfatice la comprensión de los conceptos de la Física a través de la observación de los fenómenos y actividades experimentales adecuadas a las habilidades de los estudiantes.
2.	Analiza experiencias realizadas en la antigüedad, así como el desarrollo histórico de teorías científicas y conceptos científicos como el calor, el átomo o la fuerza, para contribuir al desarrollo de conceptos por parte del estudiante.
3.	Distingue explicaciones científicas y no científicas acerca de fenómenos relacionados con los contenidos abordados por la Física a nivel escolar, estableciendo su grado de validez y predictibilidad, con el fin de formar estudiantes críticos respecto de informaciones y explicaciones acerca del mundo natural.
4.	Organiza sus secuencias de aprendizaje partiendo desde conceptos y fenómenos cotidianos explicables desde la Física, hacia conceptos o ideas más abstractas como fuerza, energía y calor.
5.	Identifica actividades de aprendizaje que ponen de manifiesto la relación que debe existir entre la enseñanza de los conceptos y el desarrollo de habilidades científicas.
6.	Comprende la utilidad del análisis gráfico para obtener tendencias y relaciones entre variables y entre conceptos de estudio, con el fin de deducir leyes y no solo como demostración de las mismas.
7.	Relaciona cómo se genera el conocimiento científico en la actualidad y cómo se ha desarrollado históricamente, con la enseñanza de las diversas temáticas de la Física, para desarrollar hábitos de pensamiento, plantear preguntas y buscar con rigor sus respuestas.
8.	Visualiza la ciencia como un proceso cuyo fin es generar conocimiento, y evita formar en sus estudiantes la imagen de que consiste en una serie automatizada de pasos a seguir.
9.	Reconoce el riesgo de generar, a partir del currículo escolar de Física, una imagen determinista del universo, y desarrolla actividades que permiten mostrar una imagen de la ciencia como una actividad humana que se desarrolla y evoluciona a través del tiempo.
10.	Comprende que la aproximación experimental de la formación de conocimiento en Física debe acompañarse de reflexión, discusión y comunicación
11.	Comprende la importancia del uso de modelos en la enseñanza de la Física y de establecer las limitaciones de éstos.
12.	Diseña actividades de aprendizaje e instrumentos para identificar los logros alcanzados por los alumnos en contenidos y habilidades asociadas al conocimiento de la Física a nivel escolar.
13.	Comprende que, en Física, los instrumentos y estrategias evaluativas deben considerar evaluar aprendizajes relevantes del sector, tales como la rigurosidad en la obtención, registro y análisis de datos, la capacidad de argumentar y de analizar un fenómeno desde distintas perspectivas, la utilización de evidencia, la fundamentación y comunicación de las ideas, la capacidad para resolver problemas, y el desarrollo de puntos de vista propios.
14.	Promueve en sus estudiantes la integración con otras áreas de las ciencias, como lo son la Biología y la Química.
Fuente: MINEDUC (2012)	

Finalmente se puntualiza, el estándar cuarto del conjunto propuesto en el documento ministerial, el cual especifica los elementos que el docente debe comprender y saber hacer para que sus futuros estudiantes logren el nivel de aprendizaje esperado por el currículo nacional vigente. En esta materia el Estándar 4, describe que el docente analiza diversas situaciones a partir del concepto de onda, sus propiedades y fenómenos asociados, lo que termina por precisar al agregar que:

“Comprende que el uso de modelos ondulatorios permite estudiar fenómenos tan cotidianos como la luz y el sonido, cuyo comportamiento ondulatorio los hace poseer propiedades y características que los diferencian de todo aquello que se comporta como materia. A partir de este modelo, analiza y explica el comportamiento de diversos fenómenos como el sonido y la luz, estableciendo vínculos explícitos entre dicho análisis y la comprensión de diversos fenómenos naturales y aparatos tecnológicos. Conoce y utiliza analogías, modelos, problemas, y estrategias desafiantes que permitan construir y evidenciar aprendizajes, habilidades, contenidos y actitudes relacionadas con el movimiento ondulatorio”

(MINEDUC, 2012).

Este estándar se enmarca dentro del amplio concepto de onda, listando el conjunto de contenidos al que el docente debe responder, dentro de los cuales está el estudio de los fenómenos lumínicos y por ende la reflexión. Además se da una mirada de la aproximación conceptual y metodológica con la cual el profesional de la educación focaliza la enseñanza de este tipo de fenómenos, especificándose dentro de la descripción del estándar el utilizar analogías, estrategias desafiantes y modelos, para el desarrollo conocimientos disciplinares, la movilidad de distintas habilidades, ya sean transversales o científicas, así como de actitudes. Un desglose más específico se entrega en la **Tabla 2.06** que enumera las características que debiesen tener los docentes que cumplen con el estándar.

Tabla 2.06: Acciones que se manifiestan del Estándar 4.

N°	Descriptor
1.	Determina a través de experiencias prácticas las características de un movimiento armónico simple y sistemas que oscilan (oscilaciones forzadas, movimiento de péndulos, entre otros), así como los fenómenos asociados a ellos, aplicando las leyes de la mecánica para describirlos.
2.	Caracteriza una onda a través de conceptos tales como amplitud, frecuencia, velocidad de propagación, período, fase, longitud de onda, y las clasifica utilizando diversos criterios .
3.	Analiza los diversos fenómenos o propiedades ondulatorias como reflexión, refracción, difracción, interferencia, efecto Doppler, entre otros, y su aplicación tanto en el ámbito científico como tecnológico.
4.	Explica utilizando los modelos oscilatorios y ondulatorios algunos fenómenos relacionados con el movimiento, comunicación y percepción del entorno en los seres vivos .
5.	Describe el desarrollo histórico del concepto de luz como rayo, como partícula, como onda electromagnética y como fotón, así como los argumentos que sostenían tanto su naturaleza ondulatoria como corpuscular, incluyendo el problema de la medición de su rapidez, y la importancia de la evolución del concepto para el desarrollo de futuras teorías e instrumentos tecnológicos .
6.	Describe las características de los espectros sonoro y electromagnético, así como sus aplicaciones cotidianas y tecnológicas .
7.	Explica el funcionamiento de diversos dispositivos ópticos a través de relaciones cualitativas y cuantitativas .
8.	Explica a través de las propiedades de las ondas mecánicas, diversas aplicaciones de la Física en la música.
9.	Analiza prácticas y experimentos que conduzcan a la obtención de modelos y leyes relacionadas con las ondas .
Fuente: MINEDUC (2012)	

En síntesis los Estándares Orientadores permiten entender el enfoque pedagógico que debe tener un profesional de la educación, dentro del marco nacional. Transformándose en una herramienta que además de permitir una autoevaluación, entrega orientaciones para una enseñanza integral de las ciencias, y en particular de la Física. Detallando por medio de una serie de estándares que los diversos conocimientos que los docentes deben manejar en esta disciplina y en su respectiva área curricular, así como las distintas habilidades que deben movilizar en clases, de las cuales deberán dar espacios para que sus estudiantes pongan en práctica.

2.2 Impacto tecnológico en educación

El carácter de “educativo” se atribuye a todo aquello que tiene una intencionalidad de educar, sin embargo, se dan ciertas controversias respecto de lo que nuestra sociedad en general considera como educativo, lo cual queda de facto en nuestra propia forma de enseñar, sillas alineadas hacia el pizarrón, orientando a los alumnos hacia el profesor quedando anulados entre ellos con el solo propósito de hacer del docente su única e innegable fuente de conocimiento, sin embargo, durante los últimos años la investigación en educación se ha centrado en el uso de tecnologías, principalmente informáticas, aplicadas a educación, esto justificado en el alto acceso que los alumnos de nuestro país tienen a computadores e internet, según los resultados de OECD (2011), un 90% de los estudiantes cuenta con acceso a un computador en sus colegio y alrededor de un 85% tiene acceso a internet desde sus establecimientos educacionales, lo que le da un carácter casi de “obviedad” al hecho de usar estas herramientas e innovar en el uso que se le da a estos dispositivos, sin embargo, el mismo estudio señala que del total de clases en una semana, un 83% de los alumnos decían no haber hecho uso de los equipos durante sus clases de Lenguaje, un 89% no habría hecho uso de los computadores en sus clases de matemáticas y 83% no habría hecho uso de los equipos en sus clases de ciencia, por lo que el alto acceso no se refleja en un uso efectivo de estos. Es necesario entonces generar instrumentos pedagógicos que sistematizan el uso de equipos computacionales como parte de las instancias de aprendizajes que se dan en la escuela y dejar de darles el carácter de “premio” al uso de estos equipos como si no fueran una herramienta pedagógica real si no que solo un instrumento de esparcimiento sin más potencial pedagógico que ese.

El acceso a internet tiene un potencial exponencialmente ascendente, partiendo primero porque según datos de la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) desde el año 2013 al año 2014, el acceso a internet aumentó de 49,1 a 64,1 por cada 100 habitantes lo que se traduce en un promedio de 11,5 millones de accesos a internet el año 2014, siendo esta cifra superior en un 32,5% al año 2013, el aumento en el número de accesos se debe principalmente a la masiva irrupción de *smartphones* los cuales acaparan el 78,2% del total de accesos.

Precisamente dentro de los datos suministrados por la SUBTEL, el último de estos puede ser considerado relevante, dada la posibilidad de implementar los *smartphones* como instrumentos de uso pedagógico, esto en respuesta a su masivo acceso, las posibilidades que ofrecen al tener un potencial acceso a internet y la capacidad de dar soporte a una gran cantidad de *software*, razones que los transforman en herramientas muy completas. En función entonces de la alta posibilidad de poder aplicar una variada gama de aplicaciones sobre una multiplicidad de plataformas tales como celulares, computadores u otras, surge en el ámbito educativo una mirada panorámica, que observa al *software* como un medio de enseñanza en sí mismo.

Dadas las condiciones que anteceden, puede entenderse a las distintas aplicaciones digitales como un medio facilitador del aprendizaje, a través del cual se contribuye a la participación activa, tanto individual como colectiva de los estudiantes, sobre el objeto de conocimiento. En este sentido se considera al *software* educativo como un medio en sí mismo, en gran medida por el espectro de aplicabilidad que posee dentro del aula, y que no obstante aún no ha sido explotado en su totalidad, tal y como se ha dejado entrever los antecedentes anteriormente presentados.

Paralelamente se considera como medio de enseñanza y material didáctico en general, a los medios que se crearon conscientemente para el proceso pedagógico sobre la base de los documentos de enseñanza, aprovechando los conocimientos pedagógicos, sirviendo al que enseña y al que aprende a realizar procesos didácticos. Por lo cual el *software* educativo puede ser extrapolado como un el medio de enseñanza de carácter computacional, tal como deja entrever la definición de Carrillo, Mariño y López (2008) que denominan *software* educativo a todo programa de computación realizado con el objetivo de ser utilizado como facilitador del proceso de enseñanza y consecuentemente de aprendizaje. Así, la computación forma parte del componente material que favorece la flexibilidad del pensamiento de los alumnos, fomentando la búsqueda de diversas respuesta hacia una interrogante, permitiendo un espectro más amplio en donde el alumno use sus propios recursos cognitivos.

En este punto es importante resaltar las diferencias que la computadora ofrece frente a otros medios, considerando que estas pueden interactuar con el usuario mediante estímulos textuales, gráficos, color, sonido, animaciones; es capaz de procesar la información y mostrar el resultado de lo que el usuario pidió hacer, siendo ampliamente interactivo, lo que es el principal indicador para ser usado. Siendo entonces el *software* educativo un medio de enseñanza como tal con diferencias importante respecto de la alta interacción que posibilita, es importante definir en sí mismo que se entenderá por *software* educativo.

El concepto de *software* educativo como tal, tiene disímiles definiciones aunque concuerdan en las potencialidades y la alta capacidad que tienen de vincularse en el proceso de enseñanza aprendizaje. Sánchez, Iriarte y Méndez (1999) definen el concepto genérico de *software* educativo como cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales sirvan de apoyo a los procesos derivados de enseñar, aprender y administrar. Por otro lado, Rodríguez, García, Dalia y Pigueiran (2000) lo definen como una aplicación informática, que soportada sobre una bien definida estrategia pedagógica, apoya directamente el proceso de enseñanza aprendizaje constituyendo un efectivo instrumento para el desarrollo educacional del hombre del próximo siglo.

Existen coincidencias respecto del carácter instrumental del *software* educativo siendo éste parte integrante del proceso de enseñanza aprendizaje dando la posibilidad a que cualquier instrumento informático pueda tomar parte en este. Esto agrega versatilidad al espectro de aplicaciones potencialmente educativas con en el que contar, dado que no es necesario que estas hayan sido creadas exclusivamente con fines pedagógicos, sino que cualquiera tiene cierta potencialidad didáctica en razón de sus propias características y lo que se busque como ayuda para alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados anteriormente a la búsqueda del *software* educativo.

Es en este punto es en donde el uso de *software* se puede corresponder con la aplicación de juegos dentro del proceso de enseñanza aprendizaje dado que como tales son parte de la gama de aplicaciones que pueden ser utilizadas para fines educativos. Se debe considerar que los juegos representan microestados educativos (Morales, 2009) ya que cada uno sigue reglas y principios particulares, lo que conduce a la necesidad de diseños cada vez mejores para un buen aprendizaje, y a la vez enfocados a cuestiones desafiantes, se trata entonces de encontrar “la teoría del aprendizaje humano incorporada a los buenos juegos” (Gee, 2004).

2.3 Juegos en el contexto educacional

La educación tradicional consideró por muchos años a los estudiantes como meros receptores de información, visiones como la *tabula rasa* eran predominantes y marcaron significativamente el quehacer docente, a juicio de Sebastia (1984) la predominante influencia en la educación, de la corriente conductista de la psicología en las pasadas décadas, llevo a conceptualizar la mente del estudiante como una pantalla en blanco (*tabula rasa*) en la cual el profesor podría plasmar los conocimientos a enseñar. Esta visión ha ido ampliándose con nuevas teorías del aprendizaje, entre ellas resaltan corrientes como el cognitivismo y el constructivismo, que han nutrido de nuevas perspectivas la forma en que el ser humano aprende, asimismo se han desplegados nuevos enfoques enseñanza para potenciar los aprendizajes, tales como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos y más recientemente el aprendizaje basado en juegos.

Este último enfoque, rescata el hecho que las habilidades y conocimientos que se adquieren en gran parte de nuestra infancia surgen en actividades lúdicas, y extrapola esta primera relación entre juego y aprendizaje al contexto de la educación formal. Elementos que dan fuerza a esta iniciativa son múltiples, el primero de ellos y el de carácter más global, radica en la transversalidad de esta práctica en la cultura humana, así lo deja entrever Juliette Raabe (UNESCO, 1980)

cuando detalla que los juegos se encuentran enraizados en lo más profundo de los pueblos, cuya identidad cultural se lee por medio de estos y los juguetes asociados a los mismos.

La transversalidad del juego entonces nos abre una primera puerta para su implementación en educación, cabe resaltar que este enfoque no es técnicamente nuevo, pues alrededor del 380 a.C., Platón ya postula la idea de “aprender jugando” en su obra la República (Sarlé, 2006). No obstante la idea se difumina en el transcurso de la historia, y ya para finales del siglo XVIII en los países en proceso de industrialización de Europa, el juego terminó siendo considerado como inútil e inclusive perjudicial (UNESCO, 1980). Sin embargo, este no fue el fin de las actividades lúdicas en educación, y nuevos elementos a favor de esta iniciativa fueron apareciendo en la literatura especializada.

Piaget y Vygotsky contribuyen a renfocar la mirada en la perspectiva lúdica. El primero relaciona el desarrollo de los estadios cognitivos con el desarrollo de los juegos, especificando que las diferentes formas de juego, presentes a lo largo del desarrollo infantil, son consecuencia directa de las transformaciones de las estructuras cognitivas del niño (Piaget citado en Montañes y colaboradores, 2000). Por otro lado, Vygotsky (1978) afirmaba que a través del juego se desarrollan procesos cognitivos superiores, los cuales se potencian al hacer un uso semántico del lenguaje mediante representaciones, así como al articular conductas presentes en su entorno; en definitiva al significar situaciones imaginarias a situaciones reales.

La acción de jugar, a pesar de su simplicidad y espontaneidad, ha revelado significancias ocultas, entre ellas se destaca el poder ensayar diferentes combinaciones de conductas y acciones siendo a juicio de Bruner (1983) un excelente medio de exploración y de invención, además de ofrecer grandes oportunidades de aprendizaje. Por tanto uno de los valores agregados de las actividades lúdicas en el ámbito escolar, recae en las habilidades que estas promueven, en este sentido para Craig (2009) mediante los juegos se favorecen las capacidades sensoriales y las habilidades físicas del niño, a la vez que generan incontables espacios en los cuales practicar y ampliar las habilidades intelectuales latentes en ellos.

El impacto en la educación no fue inmediato, una de las barreras a sortear fue la visión tradicional de las escuelas, la cual según Dogbeh y N'Diaye expertos de la UNESCO, considera el momento donde el niño empieza a aprender una educación formal como el punto de inflexión en que el juego se convierte en una actividad pueril, destinada a ocupar el tiempo libre y a descansar el agobio ya sea cerebral o muscular (UNESCO, 1980). Unido a esta realidad se encuentran dificultades como la complejidad intrínseca que presenta el juego como fenómeno y la multiplicidad de formas en que los diferentes textos definen la mediación del maestro en el terreno delimitado por la situación lúdica, llegando a ser incluso en ocasiones contradictorias (Sarlé,

2008). A estos elementos se le adhiere que en el ámbito escolar la consecución de objetivos suele desplazar la utilización de juegos como oportunidades de aprendizaje, Brougère (1998) menciona que el problema surge tras la compatibilidad entre objetivos y la espontaneidad del juego en los niños.

No obstante, los sistemas educativos no apartaron completamente la actividad lúdica de las aulas, la cual fue introduciéndose específicamente en los primeros años de escolaridad. En la educación inicial es donde se desarrolla una gran cantidad de literatura sobre la utilización de juegos en educación, Sarlé (2008) afirma que el juego es un tema obligado en todos los libros de educación inicial, agregando que es prácticamente imposible encontrar un texto que, por lo menos, no lo mencione. Entre los múltiples aportes teóricos referidos a los juegos en edad temprana encontramos que el entorno de una escuela infantil entrega un potencial mayor de aprendizajes si en él se ofrecen juegos de retos cognitivos (Jowett y Sylva, 1986), mientras que Lee (1990) considera al juego como la actividad principal dentro de la vida del niño y agrega que este facilita aprender las destrezas que le permiten sobrevivir, así como descubrir ciertos modelos en el confuso mundo en que ha nacido, por su parte Sandoval (2011) afirma que el juego es importante en el área de la educación física, pues pone en actividad todos los órganos del cuerpo, fortifica y ejercita las funciones psíquicas, además de agregar que el juego es un fuerte factor en la preparación de la vida social del niño.

Esta visión del juego como actividad altamente propicia para el desarrollo integral del niño ha sido objeto de comentario en esferas políticas de educación, un claro ejemplo de esto puede verse en el informe redactado a mediados del siglo pasado, por el Consejo Asesor Central de Educación de Inglaterra, titulado "Los niños y sus escuelas primarias" (*Children and their Primary Schools*), que estudio la educación primaria de ese país, el documento pasaría a conocerse más comúnmente por "*Plowden report*", y en él se especifica al juego como el medio predominante de aprendizaje en la primera infancia, siendo la vía por la cual los niños desarrollan paulatinamente conceptos de relaciones causales, el poder de discriminar, establecer juicios, analizar, sintetizar, imaginar y formular (Department of Education and Science, 1967). Más recientemente otras organizaciones han enfatizado sobre los aportes de esta actividad, de la que cabe resaltar el documento previamente mencionado de la UNESCO que data de 1980, así como el libro de la UNICEF "*Deporte, recreación y juego*", que enumera una serie de cualidades propicias que los juegos aportan en las diferentes etapas del crecimiento humano. Particularmente, en él se expone que dentro de la primera infancia, el juego da al pequeño la estimulación y la actividad física necesaria para que su cerebro se desarrolle y pueda aprender en el futuro, además de que por medio del mismo, este explora, inventa, crea, desarrolla habilidades sociales y formas de pensamiento, concluyendo finalmente que en la infancia, el juego constituye una firme base para toda una vida de aprendizaje (UNICEF, 2004).

Paralelamente también se ha explorado actividades recreativas en cursos mayores, así la utilización de juegos en la enseñanza no es exclusiva de los primeros años de escolaridad o de actividades físicas, por el contrario existen iniciativas que han implementado el estudio obligatorio u optativo de otro tipo de juegos, el ejemplo más claro es el ajedrez. Esta disciplina ha sido instaurada en los sistemas educativos de diversos países, uno de los pioneros en ello fue la Unión Soviética, la cual instauró el ajedrez como asignatura obligatoria (Kovacic, 2012). Así mismo en la década de los setenta Piaget (1978) resaltaba que gran cantidad de estudios coincidían en destacar como aportes del ajedrez, en el ámbito de los aprendizajes, el desarrollo de estructuras lógico-matemáticas.

Trabajos más contemporáneos continúan resaltando la relación benéfica de la enseñanza de ajedrez en las escuelas, así por ejemplo Kazemi, Yektayar y Abad (2012) listan habilidades que distintos autores identifican que son promovidas o desarrolladas por este juego, entre ellas: el enfoque o visualización, pensar a futuro, sopesar opciones, análisis concreto, planificación, desarrollo del pensamiento abstracto, además del enriquecimiento de la capacidad de resolución de problemas, mejora de habilidades de pensamiento estratégico, desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, aumento de la creatividad y aumento de la autoestima. En esta misma línea Amigo y Gairín (2008) mencionan que una enseñanza sistemática de ajedrez comparte el propósito con la escuela, del desarrollo del pensamiento, la vivencia de valores y de hábitos virtuosos de la personalidad; complementando que este también se asocia con factores importantes dentro del pensamiento científico, como lo son la capacidad de observación, la organización de datos, técnicas y métodos para abordar la toma de decisiones.

A través de la implementación de nuevas estrategias de enseñanza, cuyo eje articulador tiene la actividad lúdica, se ha ido evidenciando que el desarrollo de habilidades y procesos del pensamiento no es exclusivo de la práctica del ajedrez, por el contrario, es una característica asociada a los juegos en general. Los cuales al estar basados en reglas e implicar el trabajo en equipo, desempeñan un rol trascendental en el desarrollo de las habilidades físicas, el sentido de la colaboración, la empatía y el pensamiento lógico del pequeño (UNICEF, 2004). En definitiva el juego ha sido relacionado con la creatividad, la solución de problemas, el aprendizaje del lenguaje, el desarrollo de papeles sociales y a otros variados fenómenos tanto cognitivos como sociales (Garvey, 1985). Así, el enfoque de enseñanza basado en juegos surge como una estrategia más para el docente, poniendo a su disposición nuevas actividades y perspectivas de aprendizaje.

Capítulo III: Marco teórico

El surgimiento de nuevas estrategias de enseñanza, los multidisciplinarios estudios didácticos contemporáneos, así como la pluralidad de enfoques que surgen en el campo de la educación convierten en un requisito indispensable, del presente trabajo de seminario, la especificación de los enfoques teóricos que sustentan las ideas y actividades diseñadas, en busca de la consecución de los objetivos previamente especificados.

3.1 Perspectivas del aprendizaje

Variadas interrogantes están presentes en la labor docente, ya sean de carácter procedimental, teórico e inclusive filosófico, de cuyas respuestas se desprende el enfoque desde que el profesional de la educación abordara la enseñanza. Dentro de este grupo de inquietudes, las teorías sobre el aprendizaje han tratado de responder cómo es que este surge, desarrolla y se potencia, las respuestas a estas cuestiones son múltiples y en constante cambio. No obstante el presente trabajo de seminario responde a los lineamientos del enfoque constructivista y a la visión que éste representa sobre el aprendizaje.

3.1.1 Aprendizaje Situado

Dentro de las teorías de la enseñanza existe un movimiento o paradigma de la cognición el cual sitúa una forma distinta de abordar el aprendizaje de los contenidos desde una perspectiva sociocultural, el cual es conocido como aprendizaje situado.

El aprendizaje situado presenta una alternativa al paradigma o las prácticas comunes de una educación clásica centrada en el profesor y en la enseñanza de contenidos descontextualizados y sin un sentido sociocultural, donde el aprendizaje se basa en la repetición memorística de contenidos o resolución de múltiples ejercicios descontextualizados. En particular, se cuestiona la forma en que se enseñan aprendizajes declarativos abstractos y descontextualizados, conocimientos inertes, poco útiles y escasamente motivantes, de relevancia social limitada (Díaz Barriga y Hernández, 2002). En contraposición a estas prácticas el aprendizaje situado se establece en la primicia de que el aprendizaje está intrínsecamente relacionado con la actividad, el contexto y la cultura donde se desarrolla y se utiliza. Por lo tanto dentro de esta visión es parte fundamental la relación aprendizaje, actividad y contexto, en donde el aprendizaje escolar es ante todo un proceso de culturización para los estudiantes que se desarrollan en una cultura y sociedad particular.

Desde la visión del aprendizaje situado el proceso de enseñanza se centra en prácticas educativas las cuales deben ser coherentes, significativas y propositivas para el alumnado, debido a que estas deben desarrollarse mediante la praxis en un determinado contexto cultural, “simplemente definidas como las prácticas ordinarias de la cultura” (Brown, Collins y Duguid, 1989, p. 34).

Además, la autenticidad de una práctica educativa puede determinarse por el grado de relevancia cultural de las actividades en que participa el estudiante, así como mediante el tipo y nivel de actividad social que éstas promueven (Derry, Levin y Schauble, 1995).

La labor del profesor dentro de este aprendizaje evoluciona desde una labor donde el docente le transmite el conocimiento que surge de él hacia el estudiante, el cual simplemente se apropia del conocimiento que se le entrega sin el espacio de cuestionamiento o autogeneración de dicho conocimiento, hacia una labor de instructor debido a que ahora el docente debe propiciar la interacción entre estudiantes, profesor y la cultura

“los aprendices se apropian de las prácticas y herramientas culturales a través de la interacción con miembros más experimentados. De ahí la importancia que en esta aproximación tienen los procesos del andamiaje del enseñante y los pares, la negociación mutua de significados y la construcción conjunta de los saberes. Así, en un modelo de enseñanza situada, resaltarán la importancia de la influencia de los agentes educativos, que se traducen en prácticas pedagógicas deliberadas, en mecanismos de mediación y ayuda ajustada a las necesidades del alumno y del contexto, así como de las estrategias que promuevan un aprendizaje colaborativo o recíproco” (Díaz F., 2003, p.107).

Uno de los componentes más relevantes dentro del aprendizaje situado es el contexto, ya que este cambia de significado en el modelo de aprendizaje, debido a que ya no es el lugar físico donde se desarrollara la actividad o el trasfondo psicológico que los alumnos deben imaginarse para desarrollar un problema en particular. El contexto dentro de esta forma de enseñanza se transforma en una “metáfora” que los alumnos tienen que apropiarse, debido a que la actividad y el contenido en si tiene que estar enmarcado en un determinado marco sociocultural, ya que se parte de la premisa de que un estudiante puede aprender de distinta manera según su necesidad cultural de apropiarse del conocimiento

“When Lave and Greno speak of context, they are referring to a social context that is defined in terms of participation in a social practice. This view of context is apparent in investigations in which situated learning theorists compare mathematical activity in school with activity in various out-of-school settings. The intent in these studies is to compare the

form of mathematical reasoning that arise in the context of different practices that involve the use of different artifacts and are organized by different by different overall motives (e.g., learning mathematics as an end in itself in school versus doing arithmetical calculations while selling candies on the Street in order to survive economically)" (Cobb y Bowers, 1999, p. 5).

El aprendizaje situado se basa principalmente en ideas centrales que expresan su sentido al momento de abordar el cómo aprende un estudiante, denota la importancia central de la experiencia en un proceso de aprendizaje, la práctica activa como factor de impulso para aprender y finalmente la comprensión de los nuevos contenidos, pero no vistos desde un componente individual (del individuo que experimenta practicando y comprende) sino que desde una construcción social de todo conocimiento. Como el aprendizaje situado se desarrolla en una construcción de un contexto social del aprendizaje, requiere la pertenencia de los sujetos a dicho contexto social y ahí recae la importancia de construir actividades pertinentes para la realidad sociocultural de los individuos.

"El proceso de aprendizaje situado se efectúa siempre allí donde las personas acuerdan un objetivo común, para realizar una actividad que todos experimentan y reconocen como significativa. Consiste, también, en lograr oportunidades para la práctica, que se podrán vivir como significativas, y en las que experimentar la propia práctica con un significado pleno. La experiencia de aportar una contribución llena de sentido al proceso de trabajo común del grupo, se vive como una competencia. A través de la propia aportación al trabajo del grupo se produce en los aprendices un proceso de construcción de la identidad y se abre en ellos el acceso a un fondo común de prácticas de solución de problemas y saber basado en la experiencia" (Niemeyer, 2006, p.111).

Por todo lo anterior el aprendizaje situado puede ser considerado como la interacción de tres factores o dimensiones que conforman un nuevo enfoque al momento de elaborar nuevas prácticas docentes, estos son: La pertenencia, la participación y la praxis. Por lo tanto puede ser entendido como la articulación en cada estudiante de crecimiento, ser, pertenencia y experiencia.

3.1.2 Aprendizaje basado en juegos

El aprendizaje basado en juegos, Game-Based Learning (GBL) como es conocido en países de habla inglesa, es un enfoque teórico-práctico centrado en la implementación educativa de dinámicas enmarcadas y articuladas en juegos, con el fin de potenciar más y mejores aprendizajes. Las dinámicas educativas enmarcadas en este enfoque, pueden consistir desde

estrategias enfocadas en facilitar la enseñanza de contenidos, el desarrollo de habilidades y actitudes, así como de actividades de evaluación por lo regular formativas.

Como se ha dejado entrever en la problemática dimensión formativa enfocada en los juegos digitales posee distintas perspectivas de aproximación, de entre ellas resaltan los juegos serios, (*serious game*), el entretenimiento educativo (*edutainment*) y el aprendizaje basado en juegos digitales, la cual enmarca el presente trabajo de seminario. Estas perspectivas poseen puntos en común, y en ocasiones se presentan con otros nombres como ludificación o gamificación, para sintetizar su vinculación la **Imagen 3.01** presenta una de las miradas en la que la teoría busca entrelazar estos modelos metodológicos o enfoques de enseñanza.

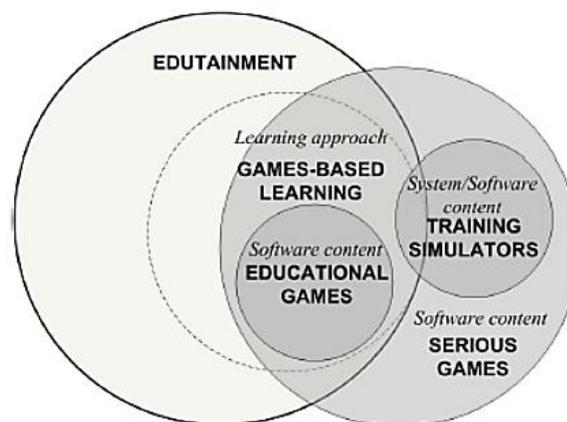


Imagen 3.01: Relaciones entre edutainment, Game Based Learning, educational games.

Fuente: Tang, Hanneghan, y El Rhalibi (2009) en Arrascue et al. (2012).

El aprendizaje basado en juegos se apoya en las teorías constructivistas del aprendizaje, por tanto las metodologías alineadas a este enfoque promueven un aprendizaje activo por parte de los estudiantes. Así el juego es el catalizador que incentiva la participación del estudiantado, permitiendo, como señalan Salvador y Suñé (2015), que un estudiante activo y predispuesto pueda desarrollar una mejorada capacidad de aprendizaje sustentada en la exploración, experimentación, competición y cooperación. La utilización de este enfoque en educación ha explorado con variados tipos de juegos, abarcando dinámicas grupales e individuales, así como juegos de mesa y deportivos, e incluyendo juegos análogos como digitales.

3.1.3 Aprendizaje basado en juegos digitales

La utilización de juegos digitales dentro del enfoque, que se ha hecho referencia en el apartado anterior, adiciona a sus lineamientos la utilización de las tecnologías de información y comunicación (TIC), ampliándose como consecuencia directa, la gama de opciones y estrategias educativas posibles en la implementación de actividades. En efecto el aprendizaje basado en juegos digitales puede ser utilizado por los docentes con el fin de ilustrar conceptos e ideas introducidas en clases formales y de esta forma entregar a los estudiantes el espacio para ampliar sus conocimientos, adquirir una comprensión más profunda del tema, y practicar habilidades reiteradamente hasta alcanzar a dominarlas (Gillispie, Martin y Parker, 2010).

Existe una creciente evidencia sobre los beneficios de los juegos digitales como herramienta en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Mediante la puesta en práctica de este tipo de juegos se ha evidenciado que las ventajas que promueven son multitemáticas, potenciando un amplio espectro de habilidades, actitudes y conocimientos disciplinares.

En lo que se refiere a las habilidades favorecidas por estas dinámicas, las investigaciones destacan mejoras en el rendimiento en álgebra y la comprensión lectora (McFarlane, Sparrowhawk y Heald, 2002), así como la ortografía y la decodificación de la gramática (Din y Caleo, 2000). Conjuntamente a estas destrezas disciplinares además se potencian habilidades de pensamiento complejo referidas a la resolución de problemas, la planificación estratégica incluyendo habilidades de pensamiento crítico (Keller, 1992); finalmente los videojuegos parecen estar asociados con una beneficio cognitivo adicional: una mayor creatividad (Granic, Lobel y Engels, 2014).

Paralelamente múltiples investigaciones sobre la aplicabilidad de videojuegos en el área educacional muestran que las dinámicas de aprendizaje mediadas por juegos de ordenador potenciaron el rendimiento académico en áreas como la ciencia y las matemáticas, además de aumentar la motivación en comparación con las estrategias tradicionales de enseñanza (Klawe, 1999; Ke y Grabowski, 2007), de similar manera otros autores han encadenado estas ideas especificando elementos actitudinales que los estudiantes desarrollan en este tipo de enseñanza, detallando que la utilización de este tipo de actividades ha demostrado que los juegos pueden aumentar la motivación, el compromiso y el aprendizaje (Ozcelik E., Cagiltay y Ozcelik N. S., 2013).

Centrando la mirada en aspectos actitudinales como la motivación, cabe puntualizar el hecho que se distinguen dos tipos de motivaciones, una intrínseca la cual empuja a actuar libremente, por nuestra cuenta, y otra de carácter extrínseco que lleva a actuar debido a factores externos a la

propia actividad, tales como recompensas o amenazas (Denis y Jouvelot, 2005). Sumada a la motivación intrínseca al acto de jugar, los videojuegos ofrecen elementos que la refuerzan, como lo son la presencia de un propósito, generalmente complementado por medio de una historia y la retroalimentación, la cual es suministrada durante las distintas etapas.

El trabajo de Rieber (1996) aborda la primera de estas distinciones, planteando como la fantasía, ya sea en forma de narrativa, contexto u otras, puede fomentar la motivación intrínseca y potencialmente ser una ayuda para el aprendizaje cuando es parte integral de la experiencia de juego. En este mismo sentido Fisch (2005) además de resaltar el contexto narrativo como motivador del aprendizaje, sugiere la implementación de los contenidos educativos en el centro del juego para que los niños acoplen a este mundo comportamientos o pensamientos surgidos en el acto de jugar.

El segundo elemento que incide en la motivación es una de las características principales de los videojuegos, la retroalimentación, la cual suministrada en tiempo real se presenta como uno de los mecanismos más poderosos que estos poseen (Perrotta, Featherstone, Aston y Houghton, 2013). La retroalimentación tiende a ser proporcionada de variadas formas, por lo regular a través de puntos, monedas, pérdida o ganancia de vidas, entre otras, la cual ocurre de forma inmediata tras las acciones del jugador impliquen un acierto o error. Así la equivocación es entendida como ensayo y error dentro del aprendizaje basado en juegos, siendo la forma principal de aprendizaje y es considerada la motivación que tienen los jugadores para seguir intentando (Pivec, Dziabenko y Schinnerl, 2003).

Se deriva entonces que una rápida retroalimentación durante la ejecución del juego proporciona al usuario una experiencia de aprendizaje, que surge a través de la acción sobre la marcha, lo que aumenta la motivación por el dominio de una tarea determinada (Foss y Eikaas, 2006). Lo cual lleva a que una de las premisas de este enfoque, sea la posibilidad de sustituir el sistema basado en la motivación extrínseca mediante puntos, con una experiencia de aprendizaje práctico y contextualizado a través del uso de las herramientas facilitadas por la tecnología (Shapiro, SalenTekinbaş, Schwartz y Darvasi, 2014). Esto muestra cómo a través de este enfoque educacional se ofrece una alternativa viable de cambio en las actitudes de los estudiantes hacia las actividades de enseñanza que integran videojuegos.

En suma la implementación de juegos digitales como herramientas de aprendizaje paulatinamente ha ido en aumento dejando atrás, en opinión de Van Eck (2006), la mirada que los juegos son lo opuesto al trabajo. Reflejo de esta realidad son la variedad de investigaciones que han circunscrito juegos digitales con fines educativos, dentro de las tecnologías usadas en este tipo de enseñanza se encuentran ordenadores (Lee y Chen, 2009; Kolovou y Heuvel-

Panhuizen, 2010), *handheld* o “computadores de mano” (Zurita y Nussbaum, 2004), computadores portátiles (Nussbaum et al., 2010; Barrios, 2012), teléfonos móviles (Aquino, 2007; Cedeño y Iñaguazo, 2015) y *tablet* (Carr, J., 2012; Riconscente, 2013).

Además de la variedad de tecnologías que han soportado las plataformas y aplicaciones lúdicas que han sido implementadas en las aulas, se han llevado a cabo incipientes estudios en como los juegos digitales han impactado en los distintos conocimientos disciplinares de las ramas científicas, los cuales abarcan desde la elaboración de propuestas lúdicas de software hasta la puesta en práctica de distintos videojuegos.

En específico se ha aplicado métodos de enseñanza delineados en este enfoque en áreas como la biología, donde se han abordado temáticas referidas a la estructura, componentes y funcionamientos de la célula (Guardián 2001; Bossolasco, Enrico, R., Casanova y Enrico, E., 2015), así como a la herencia mendeliana, tipos de sangre y huellas dactilares de ADN (Annetta, Cheng y Holmes, 2010). También en el área química la implementación de videojuegos ha sido puesta en práctica en propuestas lúdicas, entre ellos el trabajo de Azevedo, Ribeiro, Vieira, Ferreira y Timm (2009) que elaboran un *software* de entretenimiento para potenciar los aprendizajes referidos a la química orgánica, así como el juego *Al-Kimia* ideado por Legeren (2014) para fomentar aprendizajes básicos de esta disciplina. Por último, en física también se han desarrollado este tipo de investigaciones centradas en potenciar aprendizajes en uno o varios conocimientos disciplinares correspondientes a esta línea científica.

Haciendo un paréntesis, es preciso resaltar que a juicio de estudiosos del tema, como Honey y Hilton (2011), la base de investigación sobre la eficacia de los juegos como mediadores del aprendizaje en ciencias es muy limitada, por ende y a pesar de que existe una evidencia emergente, está no es lo suficientemente concluyente. No obstante, para otros investigadores en el marco de acción de los juegos digitales se han reconocido variados principios positivos para los estudiantes, tales como apoyar la transferencia de conceptos de la teoría a la práctica, entregar retroalimentación inmediata, permitir a los jugadores progresar a un ritmo propio, fallar sin apremios, además de dar libertad de exploración y descubrimiento (Gee, 2003; Squire, 2003).

Volviendo la mirada hacia los conocimientos disciplinares que han sido trabajados bajo este enfoque en física resaltan trabajos como *Supercharged!* un videojuego basado en conceptos de electromagnetismo, implementado en las salas de clase con el fin de trabajar la unidad de electrostática (Squire, Barnett, Grant y Higginbotham, 2004), en esta misma línea de trabajo se ubica *Escape from Centauri 7*, un videojuego multijugador que ha sido puesto en práctica en Singapur por Zuiker, Anderson, Lee y Chee (2008), en una dinámica de carácter dialógico que facilite la discusión de los fenómenos físicos.

De similar manera se han diseñado y puesto a prueba otros juegos digitales dirigidos a promover aprendizajes de teorías físicas que van de modelos abstractos como la relatividad de Einstein a elementos más fundamentales como las leyes de Newton. La primera de estas iniciativas hace uso de un videojuego denominado *Relativistic Asteroids* que permite a los estudiantes visualizar la contracción de la longitud, la dilatación del tiempo y la variación de la masa que se produce al desplazarse a altas velocidades, en resumen los principales efectos relativistas (Carr, D., Bossomaier y Lodge, 2007; Carr, D., Bossomaier, 2011), mientras que la segunda de estas propuestas pedagógicas se encuentra presente en el trabajo de Adams y Clark (2014), que llevan al aula las tres versiones de *SURGE: The Fuzzy Chronicles* un juego educativo centrado en las tres leyes de la mecánica newtoniana. Los expresados estudios tienden a reflejar resultados auspiciosos en el desempeño de los estudiantes en el ámbito científico, en líneas generales los grupos experimentales exhiben la puesta en prácticas de habilidades tanto cognitivas como sociales, evidencian una renovada disposición hacia los aprendizajes y tienden a mejorar su desempeño en los tópicos disciplinares que involucran los juegos digitales trabajados en las aulas.

Adicionalmente es preciso acotar que la labor docente debe jugar un rol predominante en las actividades enmarcadas en este enfoque, pues como afirma Thiagarajan (1998) una llana utilización de videojuegos en las cátedras, no confirma que se genere la clase de entendimiento que los educadores deseen en los estudiantes. En otras palabras, este tipo de juegos pueden ser dispuestos para crear experiencias de aprendizaje más profundas, sin embargo no aportan toda la experiencia, en definitiva reflejan un mayor funcionamiento cuando se entrelazan con una pedagogía eficaz (Squire, 2002). Se desprende de dicha perspectiva que la dinámicas de enseñanza que hacen uso de juegos digitales deben considerar una serie de requerimientos para que su implementación implique mejores aprendizajes, así Nussbaum y colaboradores (2009), acotan que para lograr una correcta integración de estas tecnologías es necesario que el juego abarque a la totalidad de los estudiantes presentes en la clase, además que el docente posea la capacidad de gestionar el juego, considerando que el tiempo de juego no exceda el de la cátedra.

Tal como se ha aclarado el rol del profesor es fundamental en la consecución de los objetivos de aprendizaje. Habida cuenta de ello, se ha de considerar que para poner en práctica actividades mediadas por videojuegos, el docente ha de reflexionar sobre el tipo de plataforma tecnológica a usar y el *software* lúdico que esta soportará. Así se hará necesario identificar el uso de la tecnología que se requiere, pues como se deja entrever en la investigación de Alvarez, Brown y Nussbaum (2011) el uso de distintas tecnologías podría ocasionar disímiles grados de aprendizaje en los estudiantes. Igualmente se debe evaluar el juego digital al que tendrán acceso los estudiantes. En definitiva igual que cualquier otra técnica pedagógica, los videojuegos son

una herramienta de varias, por tanto la selección de la herramienta idónea depende de las características y fines de la tarea y de los materiales con los que se trabaja (Bransford, Brown y Cocking, 1999).

Hechas las consideraciones anteriores, es preciso recapitular que a priori se ha resaltado al aprendizaje basado en juegos digitales como un enfoque que explota el potencial educacional de las tecnologías de la información y la comunicación como plataformas para juegos multimedia. Esta mirada es especialmente relevante en la enseñanza de las ciencias, sobre todo al atender las observaciones de Honey y Hilton (2011), los cuales destacan que a pesar de la curiosidad innata, propias de los niños al iniciar el proceso escolar, y de las ideas intuitivas sobre el mundo que los rodea, suelen no ser explotadas en las clases científicas. Efectos derivados de las prácticas tradicionales de enseñanza que no consideran la participación activa de los conocimientos y habilidades científicas son la pérdida gradual de la motivación de los estudiantes hacia la ciencia correlacionada con una actitud decreciente hacia la misma (Simpson y Oliver, 1990), por ende las políticas y prácticas escolares afectan significativamente los logros y resultados de los estudiantes en ciencias (Ma y Wilkins, 2002).

Paulatinamente se ha comprendido que parte de los fundamentos para desarrollar la competencia en un dominio de investigación es comprender a cabalidad los hechos e ideas en el contexto de un marco conceptual (Bransford, Brown y Cocking, 1999); dentro de la enseñanza de la física esta noción se vuelve puntualmente destacable, pues los sistemas y modelos complejos de los fenómenos están en el corazón de la materia, en donde una correcta comprensión conceptual de estos es fundamental (Echeverría, 2012). El impacto de las plataformas digitales como juegos y simulaciones ofrecen una latente capacidad para lograr múltiples objetivos de aprendizajes científicos, dentro de los cuales se encuentra la motivación, la comprensión conceptual, las habilidades científicas, una comprensión de la naturaleza de la ciencia, entre otras (Honey y Hilton, 2011).

El integrar los juegos digitales en las aulas de clase entrega una oportunidad para jugar a través de entornos simulados, lo que no implica una distracción en los aprendizajes, por el contrario puede transformarse en una parte integral del aprendizaje y desarrollo intelectual (Ke, 2009). Un factor llamativo durante la experiencia de juego es que esta entrega oportunidades para la práctica continua, pues las consecuencias negativas no son vinculadas al fracaso (McClarty et al., 2012). Visto desde esta perspectiva es que Ash (2011) puntualiza que los docentes están en condiciones de facilitar el desarrollo de habilidades mediante una dinámica basada en las discusiones previas y posteriores a cada partida, de forma que se encadene y conecte el juego con los otros elementos que los estudiantes están aprendiendo en la clase. Lo que bosqueja a los videojuegos como una alternativa idónea para el aprendizaje conceptual centrada en el

proceso de reflexión mediante las simulaciones que hacen parte de estos (Paras y Bizzochi, 2005), y más al considerar que a diferencia de un proceso lineal, el uso de juegos digitales para el aprendizaje sigue un patrón cíclico de la experiencia, pues en él se da la reflexión de la práctica, la formulación de conclusiones a partir de esta, así como el diseño de un plan sobre la base de las conclusiones obtenidas, antes de volver a actuar.

En resumen, el aprendizaje basado en juegos digitales combina las ubicuas tecnologías de la información y la comunicación con las crecientes aplicaciones multimedia diseñadas para la entretención, entregando una versátil caja de herramientas a la labor docente, además de una experiencia motivadora a los estudiantes durante su aprendizaje y en muchas ocasiones llegando a ser un puente para que los estudiantes se sumerjan en el aprendizaje a través del acto de jugar.

3.2 La experiencia de fluir “Flow experience”

Una de las principales características de los juegos digitales y que los distinguen de las demás actividades de entretención es el hecho que el jugador es llevado a adentrarse en el mundo fantástico expuesto por el juego, el cual presenta sus propias reglas y en ocasiones hasta un nutrido contexto narrativo que entrelaza las distintas etapas, cualidades que sumadas a los desafíos a sortear, las recompensas y la retroalimentación que suministran los videojuegos capturan la atención del jugador sumiendo a este en un estado de concentración, hecho que suele ser categorizado como inmersión. Más allá de esto se ha identificado que los jugadores experimentan un estado que ha sido definido como experiencia de flujo - “*flow experience*” en el dialecto inglés - el cual suele ser denominado bajo el anglicismo de *flow*, así el grado en que este se presente en los usuarios de videojuegos tiende a definir el éxito de estos.

La experiencia de fluir es un estado donde la persona se adentra completamente en una actividad, en esta condición psicológica la persona está tan involucrada con los objetivos implícitos en la actividad en desarrollo que nada más le parece importar lograrlos, también es entendida como una completa absorción o enganche en alguna actividad, por lo que el sentido del tiempo es alterado, así las horas pasan en minutos o los minutos pueden parecer horas (Whalen y Csikszentmihalyi, 1991). Este tipo de estado se logra apreciar más a menudo en las personas que realizan deportes a nivel competitivo, en las cuales se observa que están profundamente concentradas en cumplir y superar sus metas, introduciéndose en un mundo donde todo gira en torno a lograrlo.

La identificación del estado de flujo fue realizada por primera vez por en el estudio de los jugadores de ajedrez, escaladores de roca, y bailarines realizado por Csikszentmihalyi (Finneran

y Zhang, 2003). Las personas que entran en este estado presenta variadas características distintivas, entre ellas se encuentran la complementación del conocimiento del individuo con la acción, una alta concentración, el sentimiento de control sobre la actividad realizada y además la distorsión del tiempo, es decir, perder el sentido temporal mientras se logran los objetivos de la actividad. Dentro de los estudios realizados sobre personas que experimentan una experiencia de flujo, se ha identificado que tiene un impacto positivo en el aprendizaje (Webster, Trevino y Ryan, 1993), es por esto que debe ser considerado a la hora de planificar y diseñar actividades relacionadas con aprendizaje y las herramientas para lograr dicho aprendizaje, ya sean análogas, o digitales como *software*, aplicaciones, videojuegos, entre otras.

En la descripción del estado de *flow* se han propuesto diversas teorías, dentro de estas Finneran y Zhang (2003) proponen un modelo que conjuga y caracteriza elementos que influyen a la experiencia de fluir: *person-artifact-task* (PAT). Enfoque que gira en torno a tres componentes distintos, los cuales interactúan y contribuyen a la experiencia de flujo, estos son la persona, el artefacto y la tarea. Estos autores enfatizan en que algunas personas tienden a ser más propensos a experimentar el flujo de otros, asimismo explican que estas características de estado son dinámicas, pues responden al estado de ánimo del usuario y pueden variar dependiendo de la situación particular (Finneran y Zhang, 2003).

El modelo propuesto por estos autores se centra en los entornos mediados por ordenador, no obstante puntualizan que la amplitud del mismo permite abarcar cualquier actividad que implique algún artefacto (Finneran y Zhang, 2003), el cual puede representar una herramienta o juguete, incluyendo libros, software u otros artefactos análogos o digitales. Por último enfatizan en la diferencia entre el artefacto y la tarea, resaltando que esta será la acción que se llevara por medio del artefacto, para ilustrar esto se puntualiza que si se usa como artefacto el correo electrónico, la tarea será la acción de leer o escribir un mensaje. Hechas las distinciones de los tres elementos del modelo se termina por concluir que la probabilidad de experimentar el estado de *flow* depende directamente de la interacción entre la persona, la tarea a realizar y el artefacto que se utiliza.

El análisis del estado *flow* en actividades mediadas por computadores, establece tres etapas importantes a considerar al momento de planificar cualquier actividad que involucre alcanzar dicho estado entre sus propósitos, las etapas descritas son: los antecedentes, la experiencia y las consecuencias del *flow* (Chen, Wigand y Nilan, 1999).

La etapa de antecedentes del *flow* incluye tanto el establecer objetivos claros, un *feedback* inmediato y apropiado a cada parte de la actividad, además de establecer desafíos que concuerden con las habilidades de los jugadores (Chen, Wigand y Nilan, 1999), por lo cual esta etapa describe la factores de clasificación de la actividad en sí misma para alcanzar el estado de

flujo y provocar la aparición de la experiencia óptima. Hoffman y Novak (1996) describen que dentro de esta etapa los estudiantes centran su atención en la actividad, añadiendo características que debiese tener los medios tecnológicos que se utilizaran en la misma, dentro de estos se encuentra la interactividad y “riqueza de representación”.

En la experiencia *flow*, se describen los efectos que se observan en los participantes que se encuentran en dicho estado, distorsión del tiempo, pérdida del sentido de uno mismo, concentración, telepresencia, sentido de control (Kiili, 2005). Estos deben ser considerados como descriptores al momento de planificar y ejecutar una actividad basada en el aprendizaje por medio de juegos. Finalmente, entre las consecuencias del estado *flow*, se describen en los estudios que dicho estado apunta a incrementar el aprendizaje de los jugadores, aumenta la exploración grupal o personal, mejorar el control conductual de los estudiantes, entre otros (Kiili, 2005), por lo cual esta etapa describe experiencia interna del individuo, centrándose en los efectos después de entrar en el estado de flujo (Chen, Wigand y Nilan, 1999). A título ilustrativo, la **Imagen 3.02** muestra las relaciones entre las etapas descritas dentro del modelo PAT.

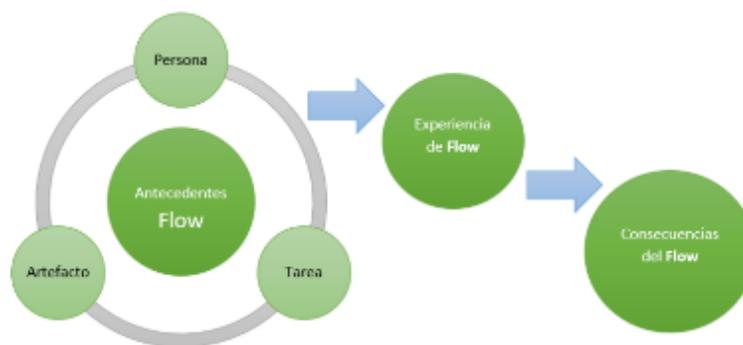


Imagen 3.02: relaciones entre las etapas de Flow dentro del modelo PAT.

Elaboración propia, inspiración Killi (2005).

A la hora de planificar la creación de un juego digital educativo o diseñar alguna actividad para utilizarlos, deben considerarse las variables para conseguir el estado *flow*, la tarea, la persona y el artefacto deben cumplir con los siguientes antecedentes para lograr una actividad exitosa, el aprendizaje basado en juegos educativos debe apuntar a otorgar a los estudiantes retos que estén directamente relacionados con la tarea principal o el objetivo de aprendizaje que se busca lograr, por lo tanto el jugador no se debe desviar de este estado, es por esto que la tarea y el artefacto no deben ser altamente complejos para el jugador debido a que deberá utilizar su concentración en resolver problemas que lo alejan de la actividad, por lo tanto obstaculizan y disminuyen la probabilidad de lograr el estado de *flow*, es por esto que hay el artefacto debería

ser invisible en dificultad a la hora de realizar dicha actividad para que jugador se centre solamente en resolver los retos que deberán ir aumentando en dificultad.

Además, los conocimientos previos y las habilidades de los jugadores deben ser considerados a la hora de planificar una actividad para lograr aprendizajes ya que si el sistema logra otorgar al estudiante retos los cuales son acordes a sus habilidades, la posibilidad de que este logre el estado de *flow* es alta. Es por esto que las habilidades que tienen los alumnos deben estar relacionadas directamente con los retos que otorga el juego, ya que, si los retos son muy elevados para las habilidades de los jugadores, estos experimentarían ansiedad, en cambio si los retos son muy sencillos para las habilidades de estos, provocará la sensación de aburrimiento y se perderá el interés por seguir jugando. Para lograr que los estudiantes sigan en el estado *flow* mientras desarrollan la actividad los diseñadores de dicha actividad deben desarrollarla de tal manera para que a medida que las habilidades de los jugadores se incrementan también aumentan en dificultad los retos que el juego les propone.

En virtud de estas consideraciones, así como de las expresadas anteriormente como la elección tanto de la tecnología a utilizar como del juego digital al que le dará soporte es que se detalla en las siguientes líneas un conjunto de métodos orientados a facilitar las decisiones implícitas en las actividades centradas en el aprendizaje basado en juegos digitales.

3.3 Metodología HEXA-GBL

La HEXA-GBL es una metodología de seis fases la cual sirve para diseñar o evaluar actividades basadas en el aprendizaje con juegos desde una perspectiva centrada en el aprendiz (Romero, 2015). Esta metodología cuenta con seis pasos o fases y se pueden agrupar en dos subgrupos desde un punto de vista de sus objetivos, los primeros cuatro pasos se centran en el diseño de la(s) actividad(es) por medio de juegos. El segundo subgrupo, compuesto por las últimas dos fases, se centra principalmente en la evaluación de la actividad desde la experiencia vivida por los jugadores (aprendices) durante la actividad de aprender basada en juegos.

El propósito de esta metodología es facilitar la decisión del tipo de actividad a realizar y las modalidades que mejor encajen con los objetivos de aprendizajes planteados en el contenido a tratar y las necesidades de los aprendices, como también los recursos a utilizar. Las seis fases descritas en la metodología son; objetivos de aprendizaje, análisis de necesidades centradas en el alumno, modalidades de juego, mecánicas del juego y las reglas, evaluación y retroalimentación del aprendizaje, experiencia aprendiendo y jugando.

Tabla 3.01: Fases 1: Objetivos de aprendizaje (metodología HEXA-GBL).

	Los objetivos de aprendizaje son el punto clave para comenzar a diseñar actividades GBL.
<ul style="list-style-type: none">• Identificación de los contextos de aprendizajes formales o informales.<ul style="list-style-type: none">▪ En contextos de educación formal, la integración del currículo debería ser considerada.▪ En contextos de educación informal, el aprendiz / la familia / los educadores deberían definir los objetivos de aprendizaje en relación con el desarrollo personal.• Identificación de los objetivos de aprendizajes primarios y secundarios en términos del conocimiento o las habilidades del siglo XXI.• Definir cuál de los objetivos de aprendizaje serán parte de la evaluación del aprendizaje y cual tipo de retroalimentación o conocimiento grupal será ofrecido como una visualización del progreso de los aprendices durante el juego o actividad.	

Traducción del artículo "Work, games and lifelong learning in the 21st century" (Romero, 2015)

Tabla 3.02: Fases 2: Análisis de necesidades centradas en el alumno (metodología HEXA-GBL).

	<p>Tomar decisiones en relación a los conocimientos previos del estudiante y competencias (PKC).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del conocimiento previo y competencias (PKC) de los aprendices. Decidir si el PKC: será analizado antes de empezar el juego (o si ya está disponible), será declarado por los propios estudiantes o será integrado como parte del juego. • Analizar la diversidad entre los aprendices basado en PKC. (Etapas deseada, aun así acotada a su factibilidad, es decir solo si es posible se realizará). • Evaluar la distancia entre el conocimiento previo, las competencias y los objetivos de aprendizaje entre los aprendices. • Organizar los objetivos de aprendizaje en niveles considerando dos teorías principales (ZDP, <i>flow</i>). • Organizar los pasajes de aprendizaje de acuerdo con la diversidad de aprendices y las modalidades del juego. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si el juego individual posibilita a los estudiantes a empezar en un cierto nivel de acuerdo a sus conocimientos previos/competencias. ▪ Si el juego involucra equipos, posibilita crear dinámicas de juego cooperativo para tratar o sobrellevar la diversidad intergrupala. • Tomar decisiones en relación con las preferencias de los aprendices y sus características (individual), el contexto y recursos disponibles y las necesidades del idioma. 	

Traducción del artículo "Work, games and lifelong learning in the 21st century" (Romero, 2015)

Las primeras dos fases condensan una perspectiva dual entre la selección de los conocimientos disciplinares, habilidades y actitudes a potenciar en los estudiantes con las necesidades específicas que estos presentan, es decir sitúa la consecución de los objetivos de aprendizaje con las características propias del contexto en que se implementará la actividad GBL. Así la toma de decisiones considera factores como los conocimientos y las habilidades previas, los intereses de los estudiantes y la disposición de los recursos presentes, las cuales buscaran solventar las diversidades grupales presentes en el curso. Un mayor desglose de los elementos a considerar en la elaboración de una propuesta de aprendizaje basado en juego se puede observar en las fases tres y cuatro de la metodología HEXA-GBL presentes en la Tabla 3.03 y la Tabla 3.04 respectivamente.

Tabla 3.03: Fases 3: Modalidades de juego (metodología HEXA-GBL).

	<p>Toma de decisiones para escoger el tipo de modalidad aprendizaje basado en juego (GBL).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • En primer lugar, comenzar identificando la existencia de <i>Serious Game</i> (SG) acorde a los objetivos de aprendizaje. Si una SG ya existe y concuerda con las necesidades de los aprendices, y la organización de los recursos y restricciones que puedas elegir. • En segundo lugar, si el SG que ya identificaste en el paso previo solo concuerda parcialmente los objetivos de aprendizaje o las necesidades de los aprendices tú puedes analizar la posibilidad de adaptar el juego (si es posible). • En tercer lugar, si el existente SG no podría ser adaptado, puedes considerar la posibilidad de diseñar y crear tu propio juego. Si tú tienes suficientes recursos puedes colaborar con desarrolladores profesionales; si no puedes usar uno de los juegos diseñados en plataformas gratuitas disponibles. (ej. <i>Scratch</i>, <i>Ren'Py</i>). • En cuarto lugar, una alternativa a la creación de un juego puede ser readaptar un juego existente, como el uso de <i>Angry Birds</i> para el aprendizaje de matemáticas. • Finalmente, tú puedes optar por juegos educativos y agregar los componentes de los juegos que has identificado para mejorar el ajuste de tus objetivos de aprendizaje y el análisis del contexto centrado en el alumno (por ejemplo: puntaje público y competencia en equipo, sistema de recompensas, entre otros). 	

Traducción del artículo "Work, games and lifelong learning in the 21st century" (Romero, 2015)

Tabla 3.04: Fases 4: Mecánicas del juego y las reglas (metodología HEXA-GBL).

	<p>La toma de decisiones debe estar en relación con las mecánicas del juego y las reglas intencionadas para involucrar al aprendiz en la experiencia de aprendizaje y juego.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • En primer lugar, tener en cuenta la naturaleza individual o colaborativa de los objetivos de aprendizaje (primera fase de la metodología HEXA-GBL) y el análisis de las necesidades centradas en el aprendiz (segunda fase). Por ejemplo, la mecánica del juego puede fomentar la participación si esta es baja dentro de una asignatura. • En segundo lugar, las reglas del juego deben estar alineadas con los objetivos de aprendizaje (primera fase) y la evaluación y retroalimentación del aprendizaje (quinta fase) a fin de incentivar el progreso del aprendizaje en el juego. 	

Traducción del artículo "Work, games and lifelong learning in the 21st century" (Romero, 2015)

Se desprende de la información hasta ahora presentada en las fases tres y cuatro de la metodología HEXA-GBL, una ampliación de las consideraciones en la toma de decisiones referidas a las modalidades de aprendizaje y las mecánicas del juego, dentro de las que se resalta una revisión de los juegos que se relacionan al contenido disciplinar. Por lo que se ha de tener en cuenta dentro del juego seleccionado como se entrelazarán primeramente la modalidad del juego con las necesidades que se desean cubrir mediante la actividad, pudiendo un mismo juego adquirir distintas facetas para distintos cursos, en función del conjunto de habilidades y capacidades que se desean desarrollar en la clase. Finalmente se resalta como se cruzan las reglas del juego con los elementos propios del proceso de aprendizaje como la evaluación y la retroalimentación, para una mayor precisión del proceso evaluativo, se detalla en la Tabla 3.05 un resumen de la quinta fase de la metodología HEXA-GBL.

Tabla 3.05: Fases 5: Evaluación y retroalimentación del aprendizaje (metodología HEXA-GBL).

	<p>La evaluación es una parte esencial de la actividad GBL. La apropiada evaluación de la progresión del aprendizaje y resultados mantendría la relación entre las actividades y los objetivos de aprendizaje (primera fase).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • La evaluación y retroalimentación del aprendizaje debe derivar de los objetivos de aprendizaje (primera fase). De acuerdo a las necesidades identificadas en la segunda fase (análisis de necesidades centradas en el alumno). • El tipo de evaluación puede ser diagnóstica, formativa o sumativa, debiendo ser considerada en función de las diferentes etapas del juego. • El juego podría proporcionar al aprendiz una evaluación final de retroalimentación, la cual podría estar relacionada al puntaje del juego. Los resultados de la actividad GBL podrían contribuir al reconocimiento del conocimiento y habilidades en términos de los objetivos formales educativos del currículo. • Por último y no menos importante, hay una necesidad de definir el agente de evaluación. La combinación de distintas estrategias de evaluación podría mejorar la calidad y exactitud de las evaluaciones relacionadas a la actividad GBL. 	

Traducción y resumen del artículo "Work, games and lifelong learning in the 21st century" (Romero, 2015)

En lo referente a la fase cinco, se especifica dentro de la misma variados puntos de vista de la evaluación, entre ellos se acota que si esta se realiza de forma continua durante el juego, y enfocada en la progresión del aprendizaje y su reflexión individual o colectiva, sería capaz de aportar a los procesos de auto regulación, además del desarrollo de la conciencia del conocimiento grupal (Romero, 2015). Paralelamente Pifarré, Cobos y Argelagós también resaltan que existe una opción de entregar una retroalimentación individual a un estudiante, extendiendo esta posibilidad, de tal forma que se comparta la evaluación diagnóstica/formativa/sumativa entre el conjunto de jugadores por medio del conocimiento grupal (citados en Romero, 2015).

Un último aspecto a incluir es lo que Romero (2015) especifica sobre el tipo de estrategia evaluativa, en la cual señala que esta puede ser hecha por el profesor mediante la evaluación de por pares y la autoevaluación, o utilizar los módulos y actividades de evaluación de aprendizajes que poseen incorporados algunos *Serious Game*, considerando la opción de combinar distinto tipo de estrategias evaluativas. Así la quinta fase especifica las opciones que se pueden barajar al momento de evaluar la actividad GBL, no obstante se incluye una última fase que se centra en considerar la experiencia de juego y aprendizaje, la que se resume en la Tabla 3.06.

Tabla 3.06: Fases 6: Experiencia aprendiendo y jugando (metodología HEXA-GBL).

	<p>Todas las fases previas no son suficientes para asegurar una experiencia GBL centrada en el punto de vista del jugador.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • El juego debe considerar la retroalimentación inmediata, los objetivos claros y poseer retos que estén acorde con los conocimientos y habilidades de los aprendices, para ponerlos el estado de fluidez (<i>flow</i>) de la actividad (Kiili, 2005). • El disfrutar los juegos debiese ser analizado desde la perspectiva de ocho elementos: concentración, reto, habilidades, control, objetivos claros, retroalimentación, inmersión e interacción social (Sweetser y Wyeth, 2005). 	

Traducción y resumen del artículo "Work, games and lifelong learning in the 21st century" (Romero, 2015)

En último lugar la metodología HEXA-GBL centra el análisis en la evaluación de la efectividad del juego en el la consecución del objetivo de aprendizaje (fase cinco) y en la experiencia de juego (fase seis).

3.4 Caracterización del juego

Laserbeak Lite es un juego gratuito disponible para las plataformas de Android y iOS el cual fue desarrollado por la compañía australiana Errorsevendev y disponible en nueve idiomas. Es un juego de tipo puzzle que se basa en controlar un láser, reflejando el haz de luz que este emite en distintos tipos de superficies especulares, con ello se debe sortear diferentes obstáculos u accionar objetos presentes a lo largo del juego, con el fin de alcanzar un punto en específico dentro del mapa. El juego se caracteriza por sus dinámicas geométricas que lo vuelven intuitivo y atractivo visualmente, además los escenarios son retos complejos en ascenso de dificultad, que vuelven al juego un reto constante.

3.4.1 Jugabilidad

El jugador controla un soporte principal ubicado en la parte izquierda del escenario desde el cual sale el haz de luz láser, este se puede rotar para poder controlar la dirección del rayo de luz láser (de ahora en adelante simplemente láser), el cual interactúa de diferentes formas con los elementos y objetos presentes en el juego. Una de sus características es que se refleja en distintas superficies especulares, las que se distinguen por ser color azul, estando estas últimas dispuestas dentro de cada escenario, asimismo algunos espejos pueden ser rotados en pos de redireccionar el láser, lo que faculta alcanzar lugares de mayor complejidad dentro del nivel. La forma de girar ya sea la fuente de luz o los espejos se basa en presionar sobre el objeto que desear rotarse, acción que abrirá un círculo entorno del elemento seleccionado, a través del cual se pueden realizar las rotaciones, para lo cual se deberá mantener presionada la pantalla y arrastrar en el sentido que se desee rotar.

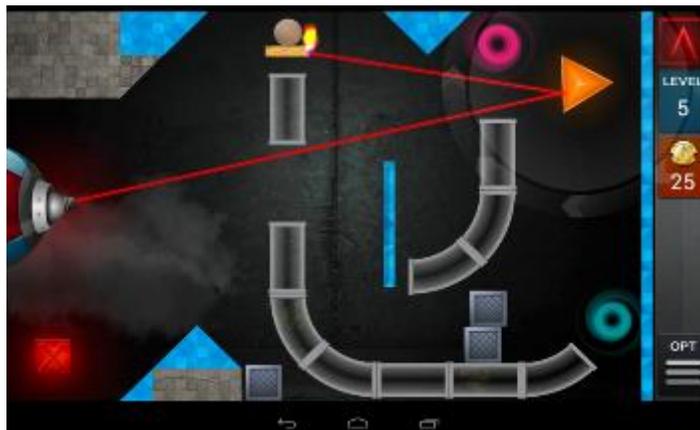


Imagen 3.03: Se observa el círculo que rodea al cristal sobre el cual se refleja el haz de luz del láser.

3.4.2 Elementos del juego y control

El soporte del láser y los espejos son los únicos elementos que se pueden manipular dentro del juego a través del control táctil. Sin embargo, dentro del juego hay variados objetos que se pueden activar al hacer incidir el láser sobre ellos, tales como cajas de madera, ascensores, transportadores, dinamitas (TNT), esferas e inclusive monedas.

El control de las acciones de los elementos del juego que interactúan con el haz de luz, se basa en que estos requieren de un tiempo de incidencia del láser sobre ellos, este lapso de tiempo varía según el elemento. De esta forma, se evita que en caso de equivocación se hace incidir el rayo de luz sobre la madera, el hielo, TNT, u otros objetos, estos se quemen, derritan o exploten según sea el caso. Este retraso temporal en la acción de los elementos en que incide el láser aumenta el control sobre el juego, característica que deben fomentar los juegos y actividades para entrar en un estado de flujo (Kiili, 2005).

Apuntar con el láser en ocasiones es difícil, considerando que la precisión con la que se maneje depende en muchos casos, de la capacidad técnica del celular, ya que se nota una diferencia en FPS (Fotogramas por segundo) entre un equipo y otro, lo que se traduce en una mayor fluidez visual. Además, el no estar familiarizado con la reflexión del haz de luz, la cual cambia significativamente al afectar el ángulo de incidencia transforma, a momentos, en una ardua tarea hacer atravesar el láser a través del escenario; lo que sin embargo no es un problema en su jugabilidad, pues la interfaz es intuitiva, es decir la conexión física/lógica entre el juego y el usuario surge mediante el ensayo y error de forma natural, como es propio en la teoría de juegos. Con lo cual el desafío de superar las etapas y la retroalimentación, transforman la acción de jugar en un reto apasionante, lo que va en la línea de posibilitar el *flow* dentro de la clase.



Imagen 3.04: Láser reflejándose múltiples veces en diferentes ángulos de incidencia.

3.4.3 Niveles disponibles

Laserbreak Lite cuenta con 120 niveles en dificultad ascendente, de los cuales las 60 primeras etapas son gratuitas y pueden ser exploradas libremente (no es necesario superar el nivel 14 para acceder al 15 por ejemplo). Sin embargo, para superar niveles superiores, se vuelve imperioso la retroalimentación que dejan los primeros niveles, ya que hay ciertas dinámicas que son presentadas en estos para poder ser aplicadas a posteriori a lo largo del juego.

Las etapas no poseen una restricción temporal, ni tampoco entregan información sobre el tiempo empleado en superarlas, así la atención se centra en solucionar el “puzle” de carácter lógico que cada etapa presenta. Esto permite que cada jugador avance a un ritmo propio, al no estar condicionado por variables como relojes o temporizadores.

Cada nuevo nivel, como ha sido mencionado anteriormente, añade nuevas características, tales como “agujeros de gusano” y “Dinamitas”, por lo que es imposible tratar de superar el juego buscando un patrón único para todas las etapas, cada una de ellas responde a configuración de reflexiones completamente distinta.

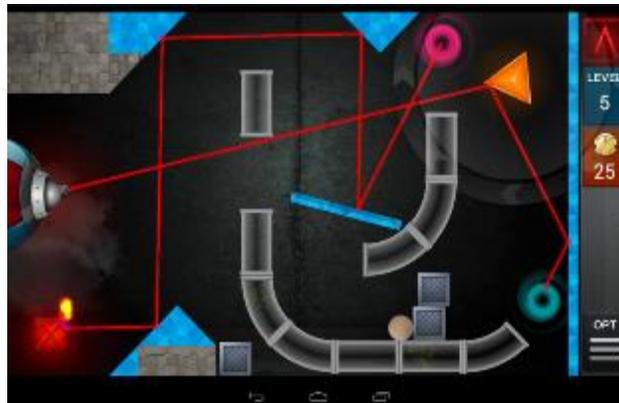


Imagen 3.05: En rosado y calipso, los agujeros de gusano que pueden usarse en niveles avanzados del juego, en la imagen se presenta el nivel 5 del juego.

3.4.5 Características de diseño

El juego *Laserbreak Lite* ha sido diseñado para ser accesible con o sin acceso a internet, por lo cual se puede jugar fuera de línea ya que no requiere conexión. Solo es necesario estar conectado para poder instalarlo desde alguna de las aplicaciones de descarga disponibles, como Google Play Store, App Store de iOS o App Store de Amazon.

En lo que respecta al modo de juego, este presenta elementos que apuntan a estimular la experiencia de juego, por citar un ejemplo es posible encontrar monedas de bonificación, las cuales presentan un desafío extra. Un elemento a considerar es que no hay necesidad de precipitarse en superar las etapas, pues se pueden generar situaciones en donde se agotan los recursos que entrega cada escenario, cayendo en bucles imposibles de superar que obligan a reiniciar los niveles desde cero, por lo que es importante considerar las distintas opciones que cada escenario.

Visualmente está diseñado para propiciar la búsqueda de caminos a partir de cómo el Láser interactúa con el entorno del escenario, esto potenciado por la buena calidad gráfica del juego, los buenos contrastes de color y la clara distinción entre cada uno de los elementos. Esto vuelve al juego intuitivo respecto de poder visualizar con tan solo observar el escenario, la posible solución del problema.

3.4.6 ¿Por qué *Laserbeak Lite* y no otro Título?

La búsqueda de títulos que estuvieran acordes a lo que se pretende desarrollar en la propuesta se basó en las recomendaciones del enfoque HEXA-GBL, los cuales, por una parte, pedían hacer una búsqueda amplia de juegos y SG (*Serious Games*), que estuviera acordes al objetivo de aprendizaje que se plantea previamente, el cual para esta propuesta es explicar la reflexión de la luz, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando la propagación rectilínea de la luz, luego se considera la posibilidad de poder aplicar en el aula cada uno de estos títulos basados en las exigencias técnicas de cada uno de ellos, es decir, si podía ejecutarse desde celular o PC, si las necesidades de Hardware de cada uno de ellos eran demasiado altas o no. Finalmente se establece si dichos títulos eran aplicables dentro de una secuencia didáctica que permitiera alcanzar el objetivo de aprendizaje planteado, todo esto propiciando que los alumnos pudieran entrar en estado de *flow* (*Flow*).

A partir de lo dicho anteriormente, se propuso encontrar características específicas en cada juego que permitieran que los alumnos entrarán en *Flow*, las cuales eran que este fuera atractivo

visualmente, que desarrollara una secuencia de dificultad en aumento dentro de las que hubieran tutoriales iniciales que permitieran comprender a cabalidad las dinámicas que el título desarrolla, lo que evitaría escenas de frustración frente a él por no poder superar etapas o entender cómo se juega, todo esto combinado con la posibilidad de que todos los alumnos tuvieran acceso a él sin importar el celular que tuviera, ni la plataforma con la que este funciona (*Android* o *iOS*).

Otra razón que posibilitó la elección, era poder encontrar un título que tuviera utilidad en la enseñanza del concepto de reflexión bajo el cual se sustenta el Objetivo de Aprendizaje planteado, todo esto desde términos físicos, es decir, que aquello que ocurre dentro del juego no sea demasiado alejado de lo que ocurre en la realidad, ya que esto implicaría incluir dentro de la misma secuencia didáctica aclaraciones de cómo la definición física que se desea alcanzar, no se hace cargo de ciertas situaciones que se dan sólo en el juego por ser tal. Los títulos que se encontraron a partir de la búsqueda fueron: *Glass*, *Laser Chards*, *Lazors*, *Laser Box*, *Laser Dreams*, *God of Light*, *Laser Refraction*, *Refraction*, *Mirror Challenge* y *LaserBreak Lite*.

Los juegos que se analizaron para posteriormente hacer la elección de cuál era el más acorde a nuestra propuesta son los siguientes:



Laserbreak 2, Es un juego disponible en *Google Play*, *App Store* y desarrollado por *cube3rd* el cual es la secuela de *Laserbreak Lite*, las diferencias más importantes son la cantidad de etapas disponibles, las cuales en este título son 30, se agrega una etapa tutorial y se cambia el color del láser de Rojo a Verde, la razón por la cual este título fue descartado es que la cantidad de etapas son mucho menores en comparación con *Laserbreak Lite* y además las dinámicas de juego para cada una de las etapas son demasiado complejas como para ser aplicables en una secuencia didáctica.



Glass, es un juego disponible en *Google Play* y desarrollado por *cube3rd* que trata sobre reflejar diferentes haces de luz de diferente color sobre un punto al otro lado de una pared la cual está dotada de ventanas del mismo color que los haces de luz las cuales permiten pasar exclusivamente al haz de luz que coincide con su color, esta última característica hizo prescindible a este juego, ya que justificar una superficie que refleja selectivamente se alejaba de nuestro objetivo de aprendizaje.



Laser Shards es un juego disponible en *Google Play* y *App Store* desarrollado por *RefraX Games* que trata sobre hacer incidir un único haz de luz sobre un punto objetivo dentro de un mapa cerrado, los obstáculos sobre los cuales puede reflejarse el haz de luz tiene la capacidad de desplazarse y girar sobre sí mismos. El problema de este título es que el nivel de complejidad es alto y los niveles se encuentran bloqueados a menos que superes con un alto porcentaje de éxito las etapas previas, lo que evita la exploración sobre él.



Lazors es un juego disponible en *Google Play* desarrollado por *Pyrosphere* el cual se basa en trasladar bloques a través de un escenario cerrado para obstaculizar el paso de un haz de luz generando reflexiones hasta hacer que llegue a un punto en específico del escenario, el problema con este título es que todas las reflexiones se dan en 45° respecto de la normal, por lo que limita el análisis de la reflexión a ese único ángulos.



Laser Box es un juego disponible en *Google Play* y *App Store* desarrollado por *South-Media* el cual se trata de hacer incidir un haz de luz dentro de cuadrados, incidencia que se hace perpendicularmente a una de sus caras para que este cambie su dirección de incidencia saliendo perpendicularmente por otra de las caras restantes del cuadrado. El problema de este título es que no hace referencia alguna al modelo de reflexión que se desea alcanzar con los estudiantes.



Laser Dreams es un juego disponible en *Google Play* y *App Store* desarrollado por *RedFragment*, el cual trata de ubicar diferentes obstáculos frente a un haz de luz cuya fuente es fija para hacerlo incidir en un punto específico dentro del mapa, el problema de este título es que las reflexiones solo describen ángulos de 45° o 180° respecto de la normal, lo que limita, tal como en el caso anterior, el modelo de reflexión a únicamente este par de ángulos



God of Light, es un juego disponible en *Google Play* y *App Store* desarrollado por *Playmous* el cual trata sobre un ente brillante desde el cual nace un haz de luz que debe ser reflejado sobre diferentes superficies mapa las cuales podrían estar fijas o ser desplazables en el escenario y además el haz se podía curvar al pasar cerca de “agujeros negros” que se presentaban en niveles más avanzados. El problema de este juego son las gráficas que desarrolla, es demasiado exigente visualmente y equipos de presupuesto bajo difícilmente podrían desplegar de manera fluida este juego.



Refraction es un juego disponible en *Google Play* y desarrollado por Textual Índices, el cual se basa en poner sobre un haz de luz fijo esferas que permiten cambiar a elección la dirección con la que sale el haz de luz a través de él, los cuales pueden ser en 45° respecto de la normal orientado hacia la izquierda o la derecha a elección del jugador, el problema de este juego es que no hace alusión al modelo de reflexión que queremos trabajar.



Mirror Challenge, es un juego disponible en *Google Play* y desarrollado por *FluiBex*, el cual trata sobre hacer reflejar un haz de luz que puede ser manejada por el jugador en cuanto a su dirección de salida por diferentes obstáculos que pueden ser girados sobre sí mismo, dichos obstáculos pueden ser planos o redondos y el fin es hacer incidir el haz de luz sobre un punto específico resaltado en el mapa. El problema de este título es la complejidad de conlleva jugarlo, las combinaciones de reflexiones para superar cada etapa son muy grandes, lo que termina por aburrir al jugador.

Cada una de las razones por las cuales fueron rechazados los títulos anteriores eran suplidas por *Laserbreak Lite*, esto justificado en las características que el título tiene las cuales son explicitadas en el análisis de este y cumplen con las condiciones necesarias para ser parte de una propuesta basada en HEXA-GBL.

3.4.7 Retroalimentación

Como parte de la metodología HEXA-GBL, que el instrumento cuente con instancias de retroalimentación claras y constantes a lo largo de su uso es importante para poder ser considerada como herramienta para una propuesta didáctica basada en esta metodología.

El juego genera instancias de retroalimentación a partir de dos características imperantes, la primera es que gráficamente el juego está diseñado para que exista una correlación directa entre la dirección de propagación de láser y los efectos que este genera en su entorno, sin dar espacios a que se den otras respuestas para una misma dirección de propagación (este tipo de situaciones es común en otros juegos o aplicaciones en los cuales la misma situación puede generar diferentes respuestas en un escenario determinado, lo que se da justamente cuando el título no está bien afinado gráficamente). Esto permite tener consciencia clara de que efectos se van a producir al manejar la dirección de propagación del láser en una cierta dirección, permitiendo entonces tomar decisiones que, si bien se basan en ensayo y error, son más asertivas para poder finalmente llegar a la respuesta que permite superar el escenario.

La segunda característica importante que desarrolla el juego en cuanto a su retroalimentación es que no cuenta con un sistema de “vidas” o “créditos” por etapa, lo que permite no limitar la cantidad de intentos que el jugador puede tener por etapa, esto da espacio a que de alguna u otra forma el jugador podrá superar el escenario sin la necesidad de volver a pasar etapas previas, lo que es positivo considerando que hay otros títulos que limitan la cantidad de intentos por etapas lo que obliga a retomar desde etapas anteriores o incluso comenzar el juego completo de nuevo solo por haber fallado, lo que está en contra de las características que la metodología exige.

Capítulo IV: Marco metodológico

En este capítulo se desarrollan detalladamente las características de la investigación, entre las que se considera la presentación del tipo de estudio, la base teórica que sustenta el diseño de la investigación. Complementariamente, se presentará el plan de trabajo, en el cual se detallan los objetivos y las actividades previstas para cumplir con ellos, asimismo se presentan los diseños de las propuestas transitorias que se llevaron a cabo, especificando los cambios hechos según la retroalimentación generada a partir de la primera de estas. Finalmente se detalla un plan de análisis de los resultados obtenidos a partir de las implementaciones, entre los que se detallarán los indicadores definidos para poder detectar el desarrollo de habilidades a partir de la propuesta y la escala de apreciación con la cual se medirán dimensiones relacionadas con el estado *flow* que se pretenden obtener a partir de la propia implementación.

4.1 Características de la investigación

Se expone en este primer apartado una presentación y definición del tipo de estudio, donde se definirá a través de la propia teoría relacionada con metodología de investigación las características del estudio a realizar y sus alcances, considerando a partir de esto el diseño de la propia metodología de investigación a partir de la definición de variables y muestra con la cual se trabajará.

4.1.1 Tipo de estudio

En lo que respecta al campo de las investigaciones, se puede distinguir en ellas los alcances que pretenden lograr, H. Sampieri distingue un dominio continuo de "causalidad" de dichos alcances, puntualizando que estos pueden ser de carácter exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo (Hernandez, Fernandez, y Baptista, 2006).

Los alcances resaltados acotan la acción de las metas del estudio, por tanto, se debe considerar que tanto el diseño, los procedimientos y otros componentes del proceso de investigación serán distintos en estudios que difieren en su alcance.

Esto puede evidenciarse al ver la especificación de las características que engloba cada alcance definido por estos autores; los cuales esbozan, al estudio exploratorio como aquel que se lleva a cabo cuando el objetivo o meta a examinar es un problema de investigación no estudiado o escasamente abordado, de forma que uno de los objetivos del mismo es asentar un precedente para nuevos estudios. Dentro de sus descripciones también perfilan el estudio descriptivo como aquel que se remite a especificar las características, propiedades y rasgos de cualquier fenómeno

u objeto que esté comprendido dentro de su análisis; en consecuencia, miden o evalúan independientemente los diversos conceptos, dimensiones o componentes del fenómeno que se investiga, sin indicar como se interrelacionan estas variables.

Finalmente, estos autores definen el trazado final del continuo de alcances de investigación, al precisar los estudios correlacional y explicativo. El primero de estos tiene como meta conocer la relación que se da entre dos o más variables, situadas en un contexto específico, permitiendo de esta forma explicar la relación de ellas y ofrecer predicciones sobre las mismas. Mientras que el estudio explicativo pretende sobrepasar el ámbito de las descripciones o establecimiento de relaciones, buscando lograr determinar las causas de los sucesos y fenómenos que son parte de la investigación (Hernandez, et al., 2006).

Cómo última consideración cabe distinguir que una investigación puede presentar elementos de varios alcances. En consecuencia, se da la posibilidad de que un estudio o investigación se origine con un carácter exploratorio o descriptivo y en el proceso llegue a adquirir un enfoque correlacional o explicativo (Hernandez, et al., 2006).

De los anteriores planteamientos se desprende que el presente trabajo de seminario responde a las características de un estudio exploratorio-correlacional. Estas características se entienden al considerar:

1. El escaso número de investigaciones y publicaciones que centren su atención en el aprendizaje de contenidos físicos mediado por juegos digitales en el contexto nacional.
2. La ausencia de estudios que conjuguen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los fenómenos lumínicos mediante juegos digitales no diseñados con fines educativos.
3. La determinación de correlacionalidad entre los conocimientos disciplinares que evidencian los estudiantes con las habilidades científicas, que estos muestran en sus respuestas.

Por consecuencia la presente tesis posee las características de un estudio exploratorio, al realizar una investigación que busca dar luces sobre un fenómeno de poco estudio a nivel nacional, por ende estableciendo un precedente para futuras investigaciones que consideren aplicar en la enseñanza de las ciencias físicas juegos digitales no diseñados para fines educativos, ni programados por los investigadores. Mientras que el carácter de estudio correlacional se aprecia en la intención de identificar la interrelación entre los conocimientos referidos a la ley de la reflexión de la luz y de las habilidades científicas que se conjugan a lo largo del desarrollo de las actividades de la propuesta didáctica, de forma que se busca dar una primera aproximación a cómo se comportan estas variables al implementar actividades mediadas con juegos digitales.

4.1.2 Diseño de la investigación

Teniendo como finalidad cumplir con los objetivos que se definen en un estudio, además de responder al conjunto de preguntas de investigación que se plantean a lo largo de estos, el investigador se ve llevado a seleccionar o desarrollar un diseño de investigación específico que le permita dar alcance a sus metas u objetivos. Por tanto el diseño responde a un plan o estrategia específica que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación (Hernandez, et al., 2006).

Los posibles diseños de una investigación, se delimitan principalmente a dos tipos de categorías, las cuales van en función de la metodología que se lleva a cabo a lo largo de esta, considerando la intencionalidad de la investigación y el cómo se trabajaron las distintas variables dentro de la misma. Así la delimitación del estudio debe responder ya sea a una investigación experimental o a una investigación no experimental, entendiéndose por la primera, como aquella situación de control que manipula un número de variables independientes de forma intencionada, con el fin de analizar las implicancias de dicha manipulación sobre otro número de variables dependientes, y por el contrario se considera una investigación no experimental a aquellos estudios que se caracterizan por realizarse sin la manipulación o control deliberado de variables, observándose los fenómenos en su contexto natural, para luego analizarlos (Hernandez, et al., 2006), a lo que Kerlinger y Lee (2002) adicionan, además de no ser posible manipular las variables, el hecho de no asignar aleatoriamente a los participantes o los tratamientos a los que estarán inmersos.

Como puede observarse, la presente tesis se enmarca dentro de las investigaciones de carácter no experimental, por la complejidad de aislar e intervenir en las variables en estudio, en donde estas ocurren dentro del aula al momento de implementar la propuesta didáctica y sus actividades. Por su parte Mertens (2005) señala que en la investigación las variables no pueden o deben ser manipuladas o resulta complicado hacerlo. En relación con la aleatoriedad de los participantes cabe señalar, que los grupos de estudio corresponden a dos cursos de primer año de educación media de distintos establecimientos, formados con anterioridad a la propuesta, específicamente al inicio del año escolar y en la cual los presentes autores no tuvieron injerencia alguna, es decir no se realizó ni una manipulación intencional ni asignación al azar de ambos grupos.

Hernandez, Fernandez y Baptista (2006) clasifican los diseños no experimentales en dos tipos: transeccional y longitudinal; distinguiendo los primeros como Investigaciones que recopilan datos en un momento único, en contraposición los de carácter longitudinal son definidos como estudios que recogen datos en diferentes puntos del tiempo y con ello realizar inferencias acerca del cambio, sus causas y sus efectos. Además acotan que la investigación no experimental también

es conocida como investigación *ex post-facto* (los hechos y variables ya ocurrieron), y observa variables y relaciones entre estas en su contexto natural. Así, el presente trabajo se enmarca en las características de los estudios no experimentales de carácter transeccional, al realizar la recogida de información, para ambos grupos, en una única ocasión.

Ahondando un poco la mirada en los estudios transeccionales, cabe precisar que en aquellos de carácter correlacional-causal las causas y los efectos ya ocurrieron en la realidad, estaban dados y manifestados, o están ocurriendo durante el desarrollo del estudio, siendo quien investiga el que los observa y reporta (Hernandez, et al., 2006). Conforme a la metodología de recolección de información a emplear en la investigación, es papable que las variables dependientes e independientes ocurren durante la puesta en práctica de la propuesta didáctica, en otras palabras se da la última salvedad definida por estos autores en donde las causas o variables independientes y el efecto o variable dependiente acontecen durante el desarrollo de la investigación.

Hecha la observación anterior, cabe precisar la noción de las investigaciones *ex post-facto* (no experimentales), anteriormente mencionadas, en consecuencia Kerlinger y Lee (2002) las define como una búsqueda sistemática empírica, en la cual no se tiene control directo sobre las variables independientes, porque ya acontecieron sus manifestaciones o por ser intrínsecamente no manipulables. En este mismo sentido, Bisquerra (2004) agrega que en los fenómenos cuyos hechos que lo configuran ya se han producido cuando nos aproximamos a su estudio difícilmente se podrá ejercer su control basándonos en los principios que se aplican en la investigación experimental.

Montero y León (2005) clasifican en dos tipos a los estudios *ex post-facto*, inicialmente distinguen aquellos en los que se comienza estudiando la variable dependiente, luego de lo cual se prueban posibles variables independientes, a los que denominan retrospectivos. Paralelamente si el punto de partida del estudio es una variable independiente, seguida de la medición de aquella que es dependiente, se considera que es un estudio prospectivo. Aunque, como acotan estos autores hay que considerar que el cambio temporal del registro de las variables independiente y dependiente no permite catalogar un diseño como prospectivo.

En referencia a la clasificación anterior, la presente tesis se caracteriza por ser una investigación *ex post-facto* retrospectiva, al considerar como variable dependiente al conocimiento disciplinar evidenciado por los estudiantes en sus respuestas de la guía que es parte de la propuesta didáctica, la cual será registrada y analizada una vez que ya ha ocurrido. Por otro lado las variables independientes que se conjugan en la consecución de estos aprendizajes, y que serán registradas en el mismo proceso, son las habilidades científicas que los estudiantes son capaces

de utilizar en el transcurso de las actividades, las cuales dependen de forma exclusiva de la formación previa de cada estudiante, y en la que no se ha diseñado estrategia alguna antes de la medición que las condicionen o permitan algún grado de control sobre las mismas. Dentro de los estudios *ex post-facto* retrospectivos se distinguen tres diseños en los que se puede desenvolver la investigación, según Montero y León (2005) estos son:

- Simple. La inclusión en esta categoría implica que el investigador selecciona a los integrantes de su muestra por poseer una característica en la cual sus causas tentativas se quieren estudiar.
- Con grupo cuasi control. En este tipo de estudio se añade un grupo de participantes caracterizado por poseer idénticos valores de las variables que se quieren controlar en el grupo clave, no obstante carecen de la característica cuya causa se estudia.
- Con grupo único. Finalmente esta categoría implica una posibilidad, al investigador, de incluir en su muestra participantes que conjuguen los valores de la variable dependiente con una mayor heterogeneidad en todas las variables potencialmente independientes.

El actual trabajo de seminario se ha decantado por la implementación de una metodología de estudio con grupo único, para lo cual las muestras de ambas implementaciones potencialmente poseen los valores de la variable dependiente, así como una diversidad latente de las variables independientes, esto al ser parte de la asignatura de física, en la cual se enmarca la propuesta a implementar, no obstante el control de estas escapa de las posibilidades de los investigadores para aislarlas de otros factores intrínsecos al proceso educativo.

A lo largo de los planteamientos hechos, se han especificado las características del presente trabajo, de estas se desprenden que se desarrollara una investigación no experimental con un enfoque transeccional, puntualizada en un estudio *ex post-facto* retrospectivo de carácter correlacional con un diseño de grupo único, la cual será llevada a cabo en dos muestras que se alinean a las características necesarias para este diseño de la investigación.

4.1.3 Definición de las variables

El diseño de un estudio *ex post-facto* correlacional apunta a la identificación de relaciones entre variables, sin pretender explicar su causalidad, enfocándose en la determinación del tipo de correlación entre estas. Por lo cual, el presente apartado, apunta a caracterizar tanto el conjunto de variables independientes que se consideraran en el estudio, así como la variable dependiente; esclareciendo para cada una el rango de valores a las que están sujetas.

El presente trabajo de seminario apunta a identificar el tipo de correlación existente entre los Objetivos de Aprendizaje de Habilidades Científicas y los Dominios de aprendizaje que se evidencian en las respuestas presentes en la guía, la cual dicho sea de paso es la unidad de análisis a lo largo de la presente estudio. En consecuencia se han identificado tres habilidades de interés, las cuales han sido tomadas de las Bases Curriculares, cada una de ellas será tomada como una variable independiente. Los valores que pueden tomar cada una de ellas, están en directa relación con la cantidad de descriptores distintos que se evidencian en la unidad de análisis. Se ha de tener presente que para cada uno de los tres Objetivos de Aprendizaje de Habilidad Científica en estudio, los cuales son el “OA a”, “OA h” y “OA i” (MINEDUC, 2013), se tendrá un número de Indicadores de Evaluación (IE) asociados, por ende el rango de valores para estas variables no es constante. La siguiente tabla resume los valores que pueden adquirir cada variable independiente:

Tabla 4.01: Rango de valores para cada variable independiente.

Variable Independiente	Habilidad científica relacionada	Número de Indicadores	Rango
VI1	OA a	3	[0,3]
VI2	OA h	4	[0,4]
VI3	OA i	3	[0,3]

Elaboración propia.

Una precisión a lo expuesto en la **Tabla 4.01** es que cada variable independiente (VI) toma valores discretos; de estos el menor valor a las que están sujetas es el cero, el cual representa que no se evidencia ningún indicador, mientras que el extremo final del rango representa lo opuesto, es decir que se han evidenciado todos. Cómo se ha acotado anteriormente la variable tomará un valor que representa el número de IE distintos que se evidencian en la guía, por lo que queda fuera del análisis, la cantidad de veces que se repiten estos descriptores dentro de la misma. La correlación entre el número total de veces que se repite un mismo indicador dentro de la unidad de análisis es un factor de estudio de interés, cuyas futuras investigaciones pudieran considerar como objeto de estudio.

Caracterizando finalmente la variable dependiente, esta representa el Dominio de aprendizaje que se evidencian en la guía. En lo que refiere al rango de valores que esta variable está enmarcada, este va desde el cero al cuatro, tomando valores discretos, pues cada valor representa uno de estos descriptores específicos, para los cuales no se han definido valores intermedios. El detalle tanto de los Indicadores de Evaluación y los Dominios de aprendizaje se realiza en el apartado *4.41 Diseño de descriptores*.

Es preciso resaltar que el estudio de estas correlaciones, se realiza bajo la hipótesis que a una mayor habilidad, representada por el número de indicadores, se debiese obtener un dominio de aprendizaje más cercano al conocimiento disciplinar referido al modelo geométrico de la reflexión de la luz. Esto al considerar que las actividades de la guía fueron diseñadas en el marco de dichas habilidades y que la consecución final al que esta apunta es la identificación del modelo referido.

4.1.4 Población y muestra

La población sobre la cual la pregunta de investigación se encuentra delimitada, es el universo de estudiantes que cursen la asignatura de física en primer año de educación media, específicamente en los establecimientos educacionales de Chile.

Incluidas en esta población, y como subconjunto de la misma, las muestras en la que se implementaron los primeros prototipos de la propuesta fueron: el Primero Medio B del Colegio El Bosque de Puente Alto y el Primero Medio B del Liceo Mater Purissima de la comuna de Maipú, ambos cursan la asignatura de física en sus respectivos establecimientos. Estas muestras, cabe volver a resaltar, no tuvieron en su elaboración un control deliberado por los investigadores, en relación a que respondan a un proceso aleatorio en la designación de sus integrantes, por el contrario ambos grupos fueron creados de forma autónoma por los establecimientos educacionales, previo a la investigación.

En las siguientes líneas se da a conocer una caracterización de las muestras que fueron parte del presente trabajo de seminario, los datos presentados, así como las categorías en la que se encasillan los estudiantes en cada establecimiento, pertenecen a la base de datos digital que la Agencia de Calidad de la Educación pone a disposición en su página web, específicamente en el apartado sobre las mediciones realizadas por las pruebas SIMCE.

La primera implementación se realizó en un establecimiento ubicado en la comuna de Puente Alto, perteneciente a la Región Metropolitana, el centro educacional es el Colegio El Bosque (RBD 24713), de dependencia particular subvencionada. Respecto a las características de la comunidad educativa, según lo especificado en la base de datos, al 2015 los apoderados solo de octavo básico declararon tener entre 13 y 15 años de escolaridad en el caso del padre y entre 13 y 14 años de escolaridad en el caso de la madre, con un ingreso del hogar que varía entre \$640.001 y \$1.300.000. Paralelamente el porcentaje de estudiantes que se encontraban en condición de vulnerabilidad social era del orden del 11,01% y 37%. Estas características se corresponden al grupo socioeconómico (GSE) Medio Alto.

La segunda implementación fue llevada a cabo en el Liceo Mater Purissima (RBD 9937) perteneciente a la comuna de Maipú, ubicada igualmente en la Región Metropolitana, siendo un establecimiento de dependencia particular subvencionada. Por su parte, la ya mencionada base de datos, registra para el 2015 que la mayoría de los apoderados han declarado tener entre 13 y 15 años de escolaridad en el caso del padre y entre 13 y 14 años de escolaridad en el caso de la madre, con un ingreso del hogar que varía entre \$640.001 y \$1.300.000. Mientras de poseer entre un 11,01% y 37% de estudiantes en condición de vulnerabilidad social. Así, de igual manera que en el primer establecimiento, estas características definen al centro educacional dentro del GSE Medio Alto.

Adicionalmente a las descripciones dadas, en la base de datos de la Agencia de Calidad de la Educación se puede observar, en ambos grupos de estudiantes de octavo básico, los resultados de las mediciones de los Indicadores de desarrollo personal y social obtenidos en el año 2015. El análisis de estos resultados, refleja que los puntajes obtenidos por ambos establecimientos son similares respecto de establecimientos del mismo GSE, es decir, sin diferencias estadísticamente considerables, hecho que acontece para cada uno de los cuatro indicadores que se miden: autoestima académica y motivación escolar; clima de convivencia escolar; participación y formación ciudadana; hábitos de vida saludable (para ver el detalle de estas mediciones consultar el **Anexo 1**).

La comparación de los resultados es más adecuada entre establecimientos que atienden a estudiantes de similares características sociales y económicas (Agencia de Calidad de la Educación, 2013), por lo cual en concordancia con lo expresado en los párrafos precedentes, en los que se ha evidenciado que ambos pertenecen a un GSE Medio Alto, la viabilidad de comparación entre ambas muestras es factible. Se desprende entonces como directa consecuencia de sus similitudes socio económicas y de los resultados expresados que no existen diferencias estadísticas considerables entre los indicadores de desarrollo personal y social entre ambas muestras.

En lo que respecta a los resultados de la evaluación SIMCE de Ciencias Naturales realizada sobre el grupo de estudiantes de octavo básico del Colegio el Bosque el año 2015, se evidencia que el promedio del establecimiento es superior en 25 puntos respecto del promedio nacional de establecimientos de similar GSE en dicho año. Por su parte, la realidad de esta medición en el Liceo Mater Purissima se encuentra al lado opuesto de la balanza, pues en esta misma evaluación el año 2015 el promedio del establecimiento es inferior en 8 puntos respecto del promedio nacional de establecimientos que poseen similares características socioeconómicas (para ver el detalle de estas mediciones consultar el **Anexo 2**).

Por último es conveniente resaltar que en ambas muestras el estudio fue implementado por miembros del presente trabajo de seminario. Además que uno de ellos es el profesor titular de la asignatura de física, por lo cual no le era desconocido el contexto en el cual se aplicaría la experiencia.

4.2. Plan metodológico

La secuencia de actividades que orientó el diseño de la propuesta didáctica, está descrito en el par de tablas contiguas (**Tabla 4.02** y **Tabla 4.03**) con una descripción de las fases, sus respectivos objetivos y un resumen de las actividades que ellas conllevan.

TABLA 4.02: Plan metodológico para la primera implementación de la propuesta didáctica.

FASE	OBJETIVO	ACTIVIDADES
1.- Tipificación de la teoría	Descripción de las implicancias y rango de aplicaciones de los videojuegos como medio facilitador en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el enfoque teórico que lo sustenta.	Buscar bibliografía especializada en teoría de uso de juegos digitales en educación. Analizar y seleccionar la información que sustentará el marco teórico.
2.- Diseño	Planificar y diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza de la reflexión de la luz en un ambiente de aprendizaje mediado por juegos digitales en primer año de educación media. Diseñar descriptores que permitan el análisis de los conocimientos y habilidades que promueve la propuesta ideada.	Búsqueda de aplicaciones relacionadas a la reflexión de la luz, que cumplen con las condiciones de la metodología HEXA-GBL. Crear una planificación de la actividad basada en la metodología HEXA-GBL. Buscar y diseñar indicadores de evaluación. Diseño de la propuesta didáctica.
3.- Primera Aplicación	Implementar la propuesta didáctica a los estudiantes de Primer año B de educación media del Colegio el Bosque de Puente Alto.	Descargar la aplicación <i>LaserBreak Lite</i> por parte de los alumnos en sus dispositivos móviles. Implementar la propuesta y recolectarlas luego de la aplicación para un futuro análisis.

Elaboración Propia.

TABLA 4.03: Plan metodológico para la segunda implementación de la propuesta didáctica y su posterior análisis y validación.

FASE	OBJETIVO	ACTIVIDADES
4.- Análisis y mejoras de la aplicación inicial.	Analizar mediante los descriptores diseñados los conocimientos mostrados al desarrollar las actividades de la propuesta. Reformular las actividades de la propuesta o realizar especificaciones sobre las mismas.	Se clasifican y contabilizan las respuestas obtenidas mediante los descriptores e indicadores diseñados. Se mejora la propuesta didáctica, generando un nuevo material.
5.- Segunda Aplicación	Implementar la propuesta reformulada a los estudiantes de Primer año B de educación media del Liceo Mater Purissima de la comuna de Maipú.	Descargar la aplicación <i>LaserBreak Lite</i> por parte de los alumnos en sus dispositivos móviles. Implementar la propuesta incorporando el uso del transportador y realizando medidas cuantitativas. Recolección del material para analizar y obtener evidencia de sus errores.
6.- Análisis y mejoras de la Implementación	Analizar mediante los descriptores diseñados los conocimientos y habilidades que promovieron las actividades de la propuesta. Contrastar los resultados de ambas implementaciones. Reformular las actividades de la propuesta o realizar especificaciones sobre las mismas.	Realizar una revisión pregunta por pregunta de la propuesta para así poder encasillar los descriptores de conocimientos y habilidades con cada grupo de trabajo. Sintetizar los resultados y realizar su análisis mediante la aplicación de métodos estadísticos. Discutir las respuestas y así generar mejoras para implementar en la propuesta final de la guía de aprendizaje.

Elaboración Propia.

4.3 Diseño y planificación de la propuesta

En las siguientes líneas, se detalla la metodología que se encuentra tras las fases de diseño y planificación y que ha permitido elaborar una propuesta didáctica específica, detallando las ideas generales hasta elementos más específicos como la selección del juego digital a implementar.

El estudio contempla dos fases de implementación, que apuntan a obtener una impresión general sobre los elementos perfectibles del diseño de las actividades de la propuesta. Para este propósito se planificó y elaboró una primera propuesta que conjugase la exploración de los estudiantes de un modelo geométrico para la reflexión de la luz con la utilización de su teléfono móvil como soporte a un juego digital descargable de forma gratuita del conjunto de aplicaciones de entretenimiento disponibles en Play Store.

4.3.1 Diseño de la primera propuesta

Habiendo seleccionado el juego digital se procedió a diseñar el conjunto de actividades que formarían el grueso de la propuesta, para ello se inició planificando una idea general de la clase a realizar, la cual considerase los elementos esenciales del fenómeno físico a explorar por los estudiantes.

La idea orientadora del diseño de la propuesta didáctica arrida en la concepción de una clase centra en la participación activa de los estudiantes en la construcción de su conocimiento, a partir de esta noción se desprendieron tres características que debía contemplar la clase: la presencia de espacios de juego, la utilización activa del móvil para la obtención de información y la exploración (guiada) de los estudiantes del fenómeno en estudio.

Apuntando a entrelazar las características mencionadas se optó por un primer diseño de clase que en su inicio contextualizara la materia a estudiar, por medio de una breve descripción de situaciones en que la luz juega un papel relevante, además de dar paso inmediato a introducirse en el juego *Laserbreak Lite*. Esta primera etapa conjugaría de esta forma la necesaria apropiación con la aplicación de entretención a la vez de contextualizar el contenido a estudiar a un elemento de interés para los estudiantes.

En lo que refiere al cuerpo de la clase, se planifico una secuencia de actividades que reflejara la idea orientadora de la propuesta, principalmente cada actividad consiste en que los estudiantes sigan pasos específicos, orientados por el profesor, que le permitan extraer de su móvil una representación gráfica de la reflexión de la luz. Acción que se realiza mediante calcar, de la pantalla del celular, este fenómeno físico y posteriormente plegar el dibujo, de esta forma se utiliza un elemento tecnológico para obtener información análoga, que permitirá realizar comparaciones cualitativas sobre los ángulos que se forman en una reflexión y que se evidencian tras los pliegues hechos . El desarrollo de esta actividad da el espacio para poner en práctica distintas habilidades científicas, referidas principalmente a la obtención y ordenamiento de datos, igualmente se alinea a las características restantes de usar activamente el móvil para la recopilación de información, además de fomentar la exploración del fenómeno en estudio.

El final de la secuencia didáctica, de este primer diseño, apunto a comparar y discriminar mediante los datos cualitativos que previamente se extrajeron, aquel pliegue que siempre se encontrara presente en las reflexiones sobre distintas superficies. Tras esto, está la idea orientadora de la propuesta que busca que sean los estudiantes quienes terminen por aproximarse al conocimiento disciplinar, o en el mejor de los casos alcanzarlo completamente. Esto se refleja, al ser los estudiantes quienes discriminen aquella representación que mejor

representa el fenómeno lumínico de la reflexión. Para una mejor comprensión de cómo se articulan las actividades dentro de la sala de clases se puede ver el **Apéndice 4** el cual contiene el diseño de la primera planificación realizada.

Complementariamente, se realizó una primera guía cuyo diseño considero las ideas generales expresadas en la planificación de la clase, así como las oportunidades que presenta el juego *Laserbreak Lite* y su plataforma de soporte (el teléfono móvil). Combinándose de esta forma en una guía de carácter exploratoria, que articula los espacios de juego dentro de la clase y las actividades centradas en el estudio del fenómeno lumínico, logrando de esta forma operacionalizar las ideas de la planificación.

El diseño de la guía contempló etapas de la metodología HEXA-GBL para así poder otorgar una actividad centrada en el estudiante y poder generar una experiencia de aprendizaje basada en el fenómeno de fluir. Para esto se consideraron factores importantes dentro de esta metodología que deberían estar presentes de forma clara en esta propuesta, dichos factores fueron los siguientes:

- Se definieron los objetivos de aprendizaje en términos del conocimiento y de las habilidades científicas a desarrollar por medio de la actividad.
- Se consideró una continua retroalimentación entre los estudiantes, el juego y el docente, por medio de lluvia de ideas y además explicaciones en distintas etapas de la actividad, las cuales son de gran relevancia para poder ir progresando en el desarrollo de la guía.
- Se analizó previamente a la actividad la potencialidad de cada uno de los móviles que tenían las estudiantes para así reducir los problemas con este mismo al momento de realizar la actividad.
- Se incorpora dentro de la actividad tiempos donde las estudiantes conocen la aplicación y se familiarizan con su funcionamiento.
- La actividad cuenta con preguntas que otorgan al docente conocimientos previos que son importantes para dimensionar la distancia entre los conocimientos previos y los objetivos de aprendizaje, para así poder mediar de mejor manera la guía y el nivel de ayuda que requerirán los grupos de trabajo.
- Se considera la opción de poder realizar la actividad en forma grupal o de a pares para así poder generar dinámicas de colaboración al momento de superar los niveles y las actividades que conlleva la guía.
- Se seleccionaron una serie de niveles del juego a superar por parte de los estudiantes en función de las posibilidades que entregaban para ir logrando los objetivos de aprendizaje que iban aumentando en complejidad.

- La premisa de la propuesta está en lograr integrar en forma integral las fases de juego y desarrollo de la actividad de forma tal que el estudiante no pierda el foco de que la actividad se logra a través de la interacción con el juego y que este persigue un objetivo de aprendizaje.

Las sumas de estas consideraciones quedaron plasmadas en la primera guía (**Apéndice 3**), que fue implementada en el Colegio el Bosque de Puente Alto. La cual incluye fases que se alinean a las planteadas en la planificación: contextualización-apropiación, exploración guiada, y finalmente la comparación-discriminación de la mejor representación gráfica que explicara la reflexión lumínica. Además también posee un último apartado de preguntas metacognitivas que apuntan a una reflexión de las dificultades presentadas en las actividades, así como sobre los conocimientos que el estudiante cree adquirir como los que no.

4.3.2 Diseño de la segunda propuesta

A partir de la experiencia obtenida en el Colegio el Bosque de Puente Alto, la propuesta paso por una etapa de reestructuración que permitiera afinar los elementos críticos que la primera implementación evidencio. La descripción detallada de los elementos y factores detectados se discutirá en el quinto capítulo del presente trabajo de seminario.

Sin perjuicio de la salvedad especificada en el anterior párrafo, se mencionaran los elementos claves que influyeron en los cambios realizados a la propuesta, por ende a la planificación y la guía. La primera de las dificultades presentadas en la implementación, fue que la gestión de la comparación de los ángulos que se forman tras plegar el dibujo calcado demandaba un tiempo mayor al estimado en la planificación, principalmente porque la comparación no es inmediata ni intuitiva. Esto ocasionó que dentro de los materiales solicitados a los estudiantes, se incluyera un transportador para medir los ángulos, de forma que se reestructuraron las instrucciones y algunas de las preguntas.

El segundo factor que llevo a hacer modificaciones más estructurales en las consignas y preguntas de la guía es el hecho que los estudiantes en el transcurso de la actividad no traspasasen sus calcos, ni dibujos a las respuestas de su guía. Esto afecto significativamente que los estudiantes pudiesen acercarse a una posible discriminación de la representación que mejor explicase el fenómeno en estudio, pues carecían de representaciones más que sus calcos. Dadas las condiciones que anteceden, se procedió a especificar consignas en que se mencionara explícitamente que dibujasen pares de ángulos de igual medida que identificaran tras sus mediciones con el transportador.

En síntesis las modificaciones realizadas se enfocaron en las instrucciones de las actividades, así como en las preguntas y consignas referidas a la comparación de ángulos. La lógica de la primera implementación se mantuvo tanto en la planificación como en la guía reformuladas, de forma que el juego estuviese presente en distintas etapas de las actividades, existieran espacios de contextualización-apropiación, exploración y contraste-discriminación de representaciones gráficas. Siempre manteniendo la propuesta centrada en el estudiante, de forma que este sea el constructor de sus aprendizajes, siendo el rol del docente el de guía y facilitador de este proceso.

Por último, especificar que en la primera parte de la guía y la planificación no se realizaron cambios significativos, solo de redacción, mientras que las preguntas metacognitivas no fueron alteradas. La segunda planificación al igual que su instrumento, la guía, pueden ser consultadas en el **Apéndice 6** y el **Apéndice 5** respectivamente.

4.4 Plan de análisis

El plan metodológico general considera dos fases de análisis enfocadas a obtener información que permita la mejora de la propuesta didáctica diseñada. Teniendo en cuenta esta parte de la investigación, se procederá a examinar las respuestas que presenten los estudiantes en la guía, para ello se les solicitará entregarla al final de la clase, transformándose así en el principal instrumento de recolección de información.

Lo que se busca con el análisis de la guía es obtener una aproximación de primera fuente de los conocimientos que los estudiantes desarrollaron a lo largo de la clase, teniendo presente durante su estudio que las respuestas no abarcan la totalidad de su aprendizaje, sino que más bien es lo que son capaces de expresar y además lo que desean expresar. Las respuestas serán estudiadas desde dos perspectivas distintas pero complementarias, la primera será identificar el nivel de dominio cognoscitivo de su aprendizaje en lo que respecta a la reflexión de la luz y la segunda de estas dimensiones será el contraste de sus respuestas con los objetivos de aprendizaje transversal de habilidades científicas.

Respecto de las consideraciones que implica el estudio de las habilidades científicas, es preciso resaltar que estas no son desarrolladas, ni aprendidas en una única ocasión, por lo que la información que pueda contrastarse en la guía, sobre estas, será solo una instantánea de aquellas habilidades que el estudiante está construyendo en su proceso escolar, y por ende no refleja su estado actual ni futuro de su dominio científico de habilidades. Por consiguiente el

registro de estas se llevará a cabo con la finalidad de identificar si las actividades promueven un espacio para que estas puedan ser puestas en práctica por los estudiantes.

En lo que respecta a la incidencia del juego digital en la propuesta, se estudiará desde una perspectiva de apreciación, es decir se diseñará una escala de apreciación para estudiantes, profesor y observador. Este instrumento será aplicado en un periodo no superior a dos semanas, de forma que este no interfiera en el tiempo de la clase en que se implementará la propuesta, específicamente para que los estudiantes no respondan el instrumento de forma acelerada.

4.4.1 Diseño de descriptores para el análisis.

Los instrumentos de recolección de información son: la guía que desarrollaran los estudiantes al ser aplicada la propuesta didáctica y la escalas de apreciación que los estudiantes responderán a la clase siguiente de haber implementado la actividad. Para el análisis del primer instrumento, se ideó una serie de descriptores que facilitaran el estudio de las respuestas presentadas en él, específicamente dos tipos uno de ellos presentado bajo el título de Dominios de aprendizaje y los otros bajo la denominación de Indicadores de Evaluación. El primero de estos descriptores considera la taxonomía de dominios cognitivos de Kennedy (2007), según este autor, gran parte de los resultados de aprendizaje reflejan áreas como las de conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Así esta categorización de niveles de comportamiento provee una estructura acompañada de una lista de verbos que facilitan la redacción de los resultados de aprendizaje.

Las seis áreas mencionadas poseen un carácter ascendente de habilidades cognitivas, lo cual permitió una jerarquización de los dominios elaborados; la finalidad de estos radica en poseer una fuente de contraste de las respuestas que los estudiantes entregan a lo largo de la guía, para ello fueron seleccionados tres verbos pertenecientes cada uno a un dominio: describe (conocimiento), identifica (conocimiento/análisis) y generaliza (síntesis). Por otra parte cada acción, es decir los verbos, se acompaña de una descripción redactada en función de lo que se espera que el estudiante realice en la actividad, lo que responde directamente a lo expresado por Kennedy (2007), quien enfatiza que los resultados de aprendizaje están relacionados con lo que el estudiante está capacitado hacer, al finalizar una actividad de aprendizaje.

Adicionalmente, se consideró una cuarta categoría, la cual está pensada desde la perspectiva de la pluralidad de pensamiento que poseen los estudiantes, lo que en ocasiones llevan a desarrollar y plantear respuestas que no pueden asociarse a un dominio específico, por más amplio que estos traten de ser.

Respondiendo a las descripciones entregadas se presenta en la **Tabla 4.04** la lista de descriptores que se emplearan en el análisis de cada una de las guías entregadas por los estudiantes.

TABLA 4.04: Dominios de Conocimiento disciplinar

Dominio 0	No puede clasificarse en los restantes tres dominios.
Dominio 1	Describe que el láser se refleja en ciertos objetos.
Dominio 2	Identifica al menos un par de ángulos de igual medida en la reflexión en superficies planas.
Dominio 3	Identifica un par de ángulos de igual medida en la reflexión en superficies curvas o a la normal como la recta de referencia para la medida de ángulos.
Dominio 4	Generaliza para ambas superficies, plana y esférica, las condiciones de la Ley de reflexión (ángulos de igual medida respecto de la normal).

Elaboración Propia

Paralelamente a los descriptores de dominios de aprendizaje, se ha diseñado Indicadores de evaluación para poder contrastar los Objetivos de Aprendizaje Transversales de Habilidades Científicas. Esto se alinea con el enfoque de las políticas públicas de educación nacional, que como se ha caracterizado en capítulos anteriores operacionalizan el currículo nacional mediante Programas de Estudio, que entregan tanto orientaciones didácticas, como una serie de Indicadores de Evaluación que permiten contrastar la consecución de los distintos objetivos de aprendizaje de cada currículum. El diseño propio de estos indicadores se justifica en el hecho de que no existen Programas de Estudios para enseñanza media y como consecuencia directa de ello, se carece de Indicadores de Evaluación.

Para la elaboración de estos indicadores, el primer paso fue seleccionar un número de OAT de Habilidades Científicas de las Bases Curriculares de primero año de educación media, esta selección se llevó a cabo considerando las características de la propuesta, es decir el tipo de actividades que ella promueve, esto para delimitar nuestro trabajo y no presentar indicadores de habilidades que están escasamente relacionadas a este estudio. Los OAT de Habilidades Científicas que se relacionan a una o más actividades dentro de nuestra propuesta son:

- “**OAA**. Observar y describir detalladamente las características de objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos”.
- “**OAH**. Organizar datos cuantitativos y/o cualitativos con precisión, fundamentando su confiabilidad, y presentarlos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC”.
- “**OAI**. Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema”.

(MINDUC, 2013)

La estructura de los Indicadores de evaluación elaborados para cada OAT de Habilidades Científicas, se alinea en gran medida al diseño que ha sido implementado para este tipo de habilidades en los programas de Estudio de las Bases Curriculares de educación básica, así como de los programas anteriores de educación media, que también presentan objetivos referidos al desarrollo de estas habilidades. Estos indicadores difieren de los estándares presentes en los programas mencionados, principalmente que están acotados a las actividades que la propuesta incluye, esto debido a que algunos de los OA seleccionado implican una gran gama de procedimientos o destrezas conductuales por ello se restringió el número de indicadores en función de la propuesta, es decir su contraste evidenciará parte de la habilidad a la que apunta el Objetivo de Aprendizaje Transversal de Habilidad Científica.

TABLA 4.05: Indicadores de evaluación de Objetivos de Aprendizaje Transversales de Habilidades Científicas

<p>OA a. Observar y describir objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • I1a. Detallan manifestaciones del proceso o fenómeno en estudio. • I2a. Describen uno o más objetos presentes en un entorno o la función de estos. • I3a. Distinguen características del haz de luz proveniente del láser.
<p>OA h. Organizar y presentar datos cuantitativos y/o cualitativos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • I1h. Mencionan datos cualitativos y/o cuantitativos registrados durante el desarrollo de una investigación. • I2h. Presentan modelos, esquemas o dibujos, elaborados con ayuda de las TIC, con datos obtenidos durante una investigación. • I3h. Contrastan a través de datos cuantitativos o cualitativos distintos contextos o fenómenos en estudio. • I4h. Explican dificultades en su medición o extracción de datos, ya sean cuantitativos y/o cualitativos.
<p>OA i. Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos simples, en forma colaborativa, para apoyar explicaciones de eventos frecuentes y regulares.</p> <ul style="list-style-type: none"> • I1i. Realizan una o más representaciones gráficas, esquemas o dibujos, relativas a un fenómeno en estudio. • I2i. Explican problemáticas, preguntas o ideas, aludiendo a representaciones o modelos gráficos. • I3i. Ajustan modelos existentes para apoyar explicaciones relativas a un evento científico frecuente o regular.

Elaboración Propia

Finalmente apuntando a identificar el lenguaje científico empleado por los estudiantes, se realizó un cotejo de los términos y palabras que son parte de los programas de estudio nacionales, guía de textos escolares y literatura especializada sobre la temática de la propuesta, el producto de esta revisión se detalla en la **Tabla 4.06**, en la cual especifica la fuente consultada y la terminología científica de las que hacen uso.

TABLA 4.06: Revisión de terminología científica de la reflexión de la luz.

Fuente	Terminología
<p>Programa de Estudio: Física. Primer Año Medio (MINEDUC, 2004)</p>	<p>Reflexión, la luz se transmite, ley de reflexión, espejos convergentes y divergentes, Principio de Fermat, rayo láser, luz coherente, luz monocromática, luz visible, fenómenos naturales, propagación de la luz, naturaleza de la luz, espejos planos y curvos, reflexión especular, reflexión difusa, propagación rectilínea, medios homogéneos, la luz se propaga en línea recta, rayo de luz, fenómenos ópticos, caminos posibles, ángulos de incidencia y reflexión, fuente de luz, espejo parabólico cóncavo, espejo parabólico convexo, prisma, incidir, superficie, atravesar, luz normal.</p>
<p>Física Programa de Estudio para Primer Año Medio. (MINEDUC, 2011)</p>	<p>Rayo de luz, haz de luz, espejo plano, espejo parabólico (cóncavo y convexo), fenómenos, propagación rectilínea de la luz, rayos rectilíneos, emisores de luz, opacos, transparentes, semitransparentes, óptica, reflexión difusa, reflexión especular, ley de reflexión, rayo, la normal, ángulo, película de plata, vidrio, materiales opacos, lisos y pulidos, ángulo de incidencia, rayo láser.</p>
<p>Guía Didáctica del Docente, Física 1° Medio (Cabezas, Gajardo, Herrera y Moncada, 2010)</p>	<p>Naturaleza y propagación de la luz, comportamiento de la luz, superficies, reflexión de la luz, propiedades de la reflexión, espejos planos y curvos, superficies pulidas, superficies claras, ángulo de incidencia, rayo de luz, ángulo que se refleja, rayo incidente, rayo reflejado, trayectoria, camino óptico más corto, espejo plano, superficie cóncava, superficie convexa, láser, espejo cóncavo, espejo convexo, medio, La ley de reflexión de la luz, espejos parabólicos, desviación.</p>
<p>Manual de óptica geométrica (Marcet y Albarrán, 1998)</p>	<p>Camino óptico, Principio de Fermat, Leyes de la óptica geométrica, rayo luminoso, trayectoria, haz de luz, medio homogéneo, medio isotropo, dirección de propagación, camino de la luz máximo, la normal, recta perpendicular, rayo incidente, rayo reflejado, mismo plano, objeto, Ley de la reflexión, haz de rayos paralelos, superficie de onda, haz reflejado, espejo parabólico, espejo elíptico, espejo esférico, haz incidente, prisma, rayo de luz monocromático, reflexión total.</p>
<p>Fundamentos de óptica geométrica (Rodríguez, 1997)</p>	<p>Modelos de la óptica, óptica geométrica, fenómenos luminosos, haces luminosos, rayos luminosos, objeto, dirección de propagación, Principio de Fermat, ley de la propagación rectilínea de la luz, medio homogéneo, ley de la independencia de los rayos lumínicos, ley de la reflexión de la luz, rayo de luz, trayectorias, camino óptico mínimo, máximo o estacionario, espejos esféricos, ángulo de incidencia, la normal, reflexión total, rayo reflejado.</p>

Elaboración Propia.

Se omitieron intencionalmente aquellas palabras que escapan del marco de la reflexión lumínica y su representación geométrica, tales como: refracción, difracción, modelo corpuscular, ondulatorio, óptica paraxial, ley de Snell, lentes convergente, foco, fotón, energía, interferencia, onda electromagnética, longitud de onda, frecuencia, rayos X, Intensidad, entre otras. El fin de esta revisión, es apuntar a discriminar los conceptos que surjan dentro de las respuestas de las primeras dos preguntas, con el fin de analizar el nivel de vocabulario científico que poseen los estudiantes sobre la temática en estudio.

4.4.2 Escala de apreciación

En lo que se refiere a la toma de información de la experiencia de flujo que pueden llegar a experimentar los estudiantes a lo largo de la actividad, se aplicará en una clase posterior una encuesta de apreciación en función de obtener datos que entreguen indicios sobre si la propuesta indujo en los estudiante un estado *flow* al momento de realizar las actividades de esta, con este fin el tipo de encuesta a implementar será una escala Likert. A partir de la misma se espera poder medir distintos indicadores del estado *flow*, los cuales han sido identificados y trabajados por distintos autores especializados en esta temática, sobre todo en actividades mediadas con TIC.

En referencia a los indicadores propuestos para la medición del estado de flujo en este tipo de actividades son los siguientes: control sobre la actividad, alegría, concentración y distorsión del tiempo, telepresencia, cambio de actitud, así como que los elementos sean fáciles de usar y rápidos (Hoffman y Novak, 1996; Chen et al., 1999; Finneran y Zhang, 2003; Webster et al., 1993; Skadberg y Kimmel, 2004).

Se diseñó una escala Likert de actitudes que incluyera afirmaciones que se relacionaran a uno de los seis indicadores mencionados, específicamente se diseñaron tres reactivos o afirmaciones para poder medir el nivel de acuerdo o desacuerdo que tienen los estudiantes con respecto a ellos, para así poder medir su presencia o ausencia dentro de la actividad. Los reactivos para cada una de las actitudes fueron los siguientes:

Control sobre la actividad

- Las etapas eran muy difíciles de superar para mí.
- Pude superar la mayor parte de las etapas de la actividad sin problemas
- Me faltó tiempo para terminar la actividad
- Pude realizar los pliegues y las mediciones de manera eficaz.

Alegría

- Me sentí contento realizando la actividad.
- Disfrute la oportunidad de jugar en una actividad de aprendizaje.
- La actividad fue aburrida y una pérdida de tiempo para mí.
- Me desmotiva este tipo de actividad, ya que siento que no aprendo de este modo.

Fácil de usar y rápido

- Las etapas jugadas eran posibles de superar sin ayuda del profesor.
- Me demore más que el tiempo designado por el profesor en superar las etapas.

- Alcance a jugar otras etapas dentro del tiempo asignado.
- Mi dispositivo móvil funcionaba incorrectamente con esta aplicación.

Concentración y distorsión del tiempo

- Sentí que se me hizo muy corto el tiempo cuando jugaba.
- Se me hizo más corta la clase en comparación a las clases normales.
- La clase fue tediosa y lenta en comparación a las clases convencionales.
- Perdí la concentración en la actividad mientras la desarrollaba con mi compañero(a).

Telepresencia

- En ciertos momentos me olvidé que estaba en clases y sentí que estaba solo atento al juego.
- Olvide la presencia de los profesores y de la cámara de grabación en la sala de clases.
- Me llamó más la atención la guía que jugar las etapas del juego.
- No estaba atento al dispositivo móvil mientras realizaba la actividad

Cambio de actitud

- La actitud del curso en la clase fue más ordenada que de costumbre.
- El curso participó con entusiasmo en la actividad.
- Había compañeros que no quisieron participar de la actividad o no seguían las órdenes.
- El curso se comportó de la misma forma que en cualquier clase.

El análisis de las respuestas será clasificado en una de cinco categorías, por ende es considerado al momento de clasificar cada apreciación dada por los encuestados, el tipo de reactivo a la que respondieron (pudiendo ser estas de carácter positivas o negativas). La **Tabla 4.07** condensa las categorías de encasillamiento según el tipo de reactivo y la apreciación correspondiente.

Tabla 4.07: Factores multiplicativos según el tipo de reactivo.

Reactivo Positivo		Reactivo Negativo	
Apreciación	Categoría	Apreciación	Categoría
Totalmente de acuerdo	5	Totalmente de acuerdo	1
Medianamente de acuerdo	4	Medianamente de acuerdo	2
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2	En desacuerdo	4
Totalmente en desacuerdo	1	Totalmente en desacuerdo	5

En lo que respecta al significado de las categorías, aquellas que están comprendidas entre el uno y dos, reflejan una apreciación del estudiante que se distancia del estado de *flow*, contrariamente las categorías ubicadas entre el 4 y 5 indican que la actividad posee elementos que son indicativos de una experiencia de flujo. La tercera categoría en cambio no entrega una definición que refleje una tendencia hacia el estado de inmersión propio de esta teoría, por lo cual la apreciación del estudiante no puede ser descrita como cercana o lejana a un estado de *flow*.

En última instancia el recuento de las respuestas será llevado a cabo tomando en consideración la categoría a la cual fue asignada, especificadas en la **Tabla 4.07**, así como al indicador al que pertenece dentro de lo que es la teoría de la experiencia *flow*. El análisis será llevado a cabo enfocándose en cada uno de los seis indicadores de forma individual, contabilizando la cantidad de respuestas inmersas en una misma categoría, por ende se podrá contrastar la frecuencia de categorías dentro de un mismo indicador.

Para dar por concluido este capítulo, es importante resaltar que las categorías que permitirán el encasillamiento de las apreciaciones que respondan la escala Likert los estudiantes, no serán evidentes para ellos. Es más, estas no están presentes en el instrumento, pues son parte del análisis del mismo y no forman parte de los elementos que permiten la toma de datos *in situ*. Por lo cual el diseño del instrumento dispone en filas las afirmaciones (reactivos), dispuestas sin estar encasilladas según su indicador, además de estar alternadas equitativamente entre positivas/negativas; mientras que las columnas presentaran las alternativas de apreciaciones. Para una mejor comprensión del diseño final de la escala Liker a implementar, puede consultarse el **Apéndice 7**.

Capítulo V: Resultados y análisis

En este capítulo se detallan los principales resultados obtenidos en ambas implementaciones, sin perjuicio de esto, el primer título parte por explicar y detallar una serie de consideraciones que orientan la lectura de los resultados que se presentan. El siguiente apartado presenta una serie de datos cuantitativos y cualitativos, los cuales se centran en cinco dimensiones de análisis, siendo la primera la terminología usada en las respuestas de los estudiantes, en segundo lugar se encuentra el grado de conocimiento disciplinar alcanzado por estos, caracterizado principalmente por los Dominios de aprendizaje elaborados para la temática de la reflexión lumínica. Una tercera dimensión aborda las habilidades científicas movilizadas por los estudiantes al momento de contestar en la guía. La cual, da paso a un estudio correlacional entre habilidades y dominios, el que busca caracterizar la relación entre estas variables. Se concluye el capítulo con la presentación de los datos de la encuesta de apreciación realizada a los estudiantes de la segunda implementación, a partir de los cuales se traza un primer esquema del estado *flow*, que la ejecución de la propuesta didáctica conlleva para los estudiantes participantes de ella.

5.1 Consideraciones del Análisis de Dominios Cognitivos

Uno de los objetivos del presente trabajo es identificar y detallar los conocimientos disciplinares que los estudiantes expresan a lo largo del desarrollo de las actividades, con este fin, se ha realizado un desglose de los distintos dominios de aprendizaje que conforman el andamiaje necesario para la comprensión de la ley de reflexión. Como se ha hecho ver en el diseño de los descriptores de análisis, estos niveles fueron construidos considerando la taxonomía de verbos presentes en la guía de Kennedy (2007) y responde a dominios cognitivos, paralelamente se consideró para la elaboración de ellos las actividades presentes en la propuesta, de forma que su coherencia no se viera afectada y estuvieran en directa relación con los conocimientos disciplinares.

Antes de presentar los resultados, es necesario resaltar tres consideraciones sobre los dominios: la primera de ellas referidas a circunscribir dentro ellos a los estudiantes, más específicamente, puntualizar el hecho que estar dentro de una de estas categorías no es sinónimo de haber alcanzado solo dicho nivel cognoscitivo, esto se justifica al considerar que la designación de un determinado nivel o dominio se hace en función solo de lo expresado en la guía, y por ende no es un reflejo total, sino más bien parcial del aprendizaje del o los estudiantes.

La segunda especificación está referida a la estructura y relación entre dominios, es preciso apreciar que estos no conforman un espiral continuo ni ascendente de niveles de aprendizaje, en otras palabras, el estar en el dominio tres no implica la comprensión estrictamente necesaria del

dominio uno y dos. Así un estudiante puede haber identificado un par de ángulos de igual medida en la reflexión sobre una superficie curva, y no haber descrito la reflexión del haz de luz sobre objetos, ni haber identificado necesariamente un par de ángulos de igual medida en la reflexión sobre un espejo plano. Esta salvedad, solo no se aplica para el dominio cuatro, el cual requiere discriminar entre ambas superficies para su logro, y por tanto su consecución implica necesariamente el haber comprendido los tres dominios anteriores.

Finalmente el tercer elemento a tener presente, es el hecho que la propuesta al considerar una serie de actividades que la conforman, da un espacio amplio a la consecución de los dominios. Es decir, cada uno de estos niveles no se correlaciona únicamente con una pregunta o sección concreta, así si el estudiante no expresa de forma escrita o gráfica, un par de ángulos iguales en la superficie plana, dentro de sus respuestas referidas a ese apartado, no implica que no lo alcanzase más adelante esta meta, pudiendo estar registrado en preguntas posteriores. Por ende y como consecuencia directa de esto, cada dominio fue revisado en la extensión completa de la guía.

Estas tres consideraciones son las que se han tenido presente a la hora de analizar las guías y realizar tanto la clasificación como las conclusiones de estas. En función de las mismas y teniendo presente que el proceso de aprendizaje puede describirse como un sistema complejo, entendiendo por sistema complejo aquellos que poseen gran número de componentes diferentes y en los cuales existe mucha interdependencia entre estos, pudiendo ser indemostrables o no formalmente calculables o no deterministas (Simon, 1990 en Tarride, 1995), es que se describen algunos de los criterios de discriminación empleados en la clasificación de los dominios.

Uno de los principales criterios usados en la clasificación de los niveles presentes en las respuestas de los estudiantes, es que no se presentaran contradicciones posteriores a la respuesta entregada. El carácter de la propuesta en donde las distintas actividades de los estudiantes los llevan a extraer conclusiones, puede provocar errores posteriores a una correcta interpretación, así como el caso contrario, esto no es extraño en actividades exploratorias y es una de las razones por las que se emplea el criterio mencionado.

Conjuntamente a lo anterior, en la realización del análisis, fue usado como criterio de discriminación el conjunto del trabajo expresado en la guía, por lo cual, si un estudiante refleja aisladamente una respuesta acertada a un dominio, pero en el resto de su trabajo está en blanco, no se considerara dentro de dicho nivel. Lo anterior ni afirma, ni interpreta que el estudiante no alcanzo dicho dominio cognoscitivo, solo que no es posible afirmar con un rango de confiabilidad que lo ha alcanzado.

5.2 Resultados de las implementaciones

En este apartado se presentan cuantitativa y cualitativamente los resultados obtenidos en ambas implementaciones, partiendo por un desglose de la terminología usada por los estudiantes en sus respuestas, lo cual es seguido del análisis de los dominios de aprendizaje y las habilidades científicas evidenciadas en la unidad de análisis, que es la guía. Esta presentación se realiza mediante gráficos que resumen, cual instantáneas, los resultados de ambas implementaciones en estas áreas de aprendizaje. Entrando en la parte más cuantitativa del apartado, se presenta un análisis correlacional entre variables que se conjugan al momento de la implementación como lo son los referidos dominios y habilidades. Por último, se presenta un resumen de la encuesta de apreciación que los estudiantes del Liceo Mater Purissima contestaron, la cual ilustra como los indicadores de la experiencia de flujo fueron apreciados por los encuestados.

5.2.1 Nociones preliminares

La primera sección de la actividad fue llevada a cabo con el juego *Laserbreak Lite*, entregando un espacio de familiarización con el mismo, para ello se les solicitó a los estudiantes jugar una serie de etapas en un lapso de siete minutos. A partir de esta experiencia la actividad apuntaba a dos acciones: la especificación, por parte de los estudiantes de las características recurrentes del láser dentro del juego, y a partir de ellas identificar la situación clave para superar las etapas; ambas cuestiones planteadas a través de preguntas abiertas, lo que permite recopilar tras su análisis los vocablos científicos pertinentes a la temática en estudio, así como concepciones alternativas de los fenómenos de estudio.

El análisis de las respuestas dadas por los estudiantes en la primera sección de la actividad, permite la identificación de la terminología científica que los estudiantes utilizan al momento de responder, así como de su vocabulario básico con el que definen los elementos del juego y los conceptos ópticos que reconocen en las etapas jugadas, mientras que con la sintaxis de las mismas puede inferirse el significado de lo que desean expresar, por ende sus concepciones previas de la temática planteada.

Partiendo el análisis de las guías de los estudiantes sometidos a la primera implementación, específicamente centrándose en la terminología científica usada en las respuestas de estos, puede extraerse como primer resultado que el concepto de reflexión es expresado mayoritariamente por los estudiantes en sus respuestas, seguido por láser, dirección, objeto, espejos y propagación rectilínea, en contraposición a estos se encuentran los conceptos de ángulo, luz y superficie, siendo marginal absorción. Tal como puede ser apreciado en la **Tabla**

5.01 la que detalla el tipo de términos usados por los estudiantes en cada pregunta con sus respectivas frecuencias.

TABLA 5.01: Terminología usada por los estudiantes del Colegio el Bosque de Puente Alto

Pregunta	Término científico	Frecuencia	Término no científico	Frecuencia
1.	Láser	21	Rebota	4
	Luz	3	Manipulable	11
	Reflexión	19	Toca	2
	Objeto	12	Cristales	4
	Ángulo	3	Choca	3
	Propagación Rectilínea	10	Pelota	2
	Dirección	7	Cambios	5
	Espejos	7	Conductor	1
	Superficie plana	1	Quemar	9
			Cosas	1
			Fuerza	1
2.	Láser	16	Mover	2
	Reflexión	21	Rebote	1
	Incide	1	Cristales	3
	Ángulo	1	Manejar	6
	Objeto	3	Triángulos	1
	Luz	2	Vidrio	1
	Dirección	5	Tocar	1
	Espejos	3	Quemar	1
	Absorber	1		
	Superficies	2		

En lo que concierne al análisis de la terminología usada en las respuestas dadas por los estudiantes que participaron en la segunda implementación, se identifica que en sus respuestas surge un amplio espectro de palabras que buscan especificar los objetos reflexivos presentes en el juego, señalando los ya sea por sus características geométricas (figuras, triángulos, esferas,

pirámides) o simplemente asociándolos a una imagen que les evoca familiaridad dentro de su entorno conocido (cristales, hielo, vidrio). Por otra parte la respuesta más abstracta que puede encontrarse es el concepto de objeto, para hacer referencia a este tipo de elementos, no obstante su uso es escaso en comparación con los términos previamente mencionados. Tal como puede ser apreciado en la **Tabla 5.02** que detalla el tipo de términos usados por los estudiantes en cada pregunta con sus respectivas frecuencias.

TABLA 5.02: Terminología usada por los estudiantes Liceo Mater Purissima.

Pregunta	Término científico	Frecuencia	Término no científico	Frecuencia
1.	Láser	12	Figuras	4
	Luz	2	Triángulos	5
	Reflexión	14	Llegar	2
	Objeto	3	Cristales	5
	Ángulo	1	cosas	2
	Propagación Rectilínea	3	Esferas	1
			Pirámides	1
			Hielo	1
			Bloquear	4
			Se mueve	5
		Quemar	3	
2.	Láser	7	Figura	2
	Reflexión	13	Llegar	7
	Incide	1	Cristales	6
	Ángulo	1	Forma	5
	Objeto	3	Triángulos	6
	Superficie	2	Vidrio	1
	Cambio de dirección	1	Hielo	1
			Quemar	2
			Cuadrados	1

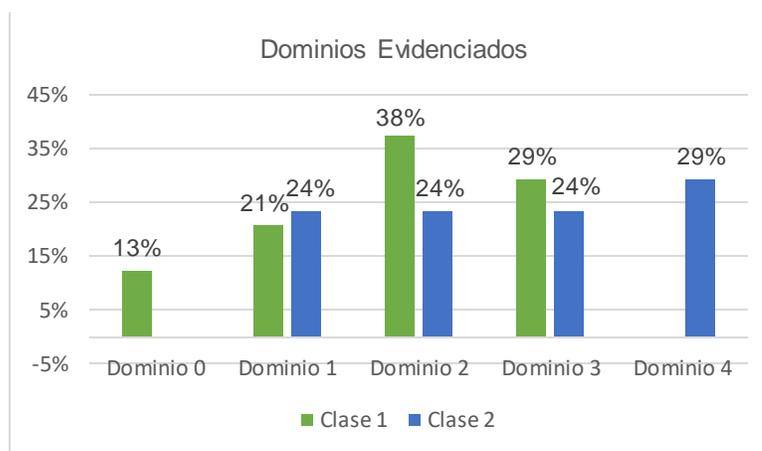
La simple observación de las respuestas de ambos grupos presentes en la Tabla 5.01 y Tabla 5.02 permite rescatar que el concepto de la reflexión como tal es parte del vocabulario de los estudiantes, es probable que la familiaridad con el concepto de reflexión corresponda a que en unidades anteriores se estudia este fenómeno dentro del comportamiento general de las ondas, esto también explicaría a que contrariamente a lo que se esperaba los estudiantes respondieran usando palabras menos formales como rebotar o chocar. No obstante las demás terminologías asociadas a este fenómeno en el estudio de la luz no son parte de la esencia de sus respuestas, en las cuales existe una carencia de conceptos claves como rayo de incidencia, rayo reflejado, normal, ángulo de incidencia y ángulo de reflexión, lo que se corresponde a lo esperado en la planificación de la propuesta.

Una última interpretación que puede obtenerse de las primeras dos preguntas y que se ilustra en ambas tablas, es que a pesar de las distintas características entre ambas muestras: establecimientos de distintas comunas, diferencia espacio temporal de las implementaciones, diferencias de género, diferencia en el número de estudiantes por cursos y distintos profesores, se evidencia similitudes en las respuestas de los estudiantes, por lo que podría ser implementada en distintas realidades educacionales.

5.2.2 Dominios de aprendizaje evidenciados

Los conocimientos disciplinares que se desean evaluar están referidos a la identificación del modelo geométrico tras la ley de la reflexión de la luz, para ello y como se ha mencionado con anterioridad se realizó un grupo de descriptores redactados en función de dominios cognitivos de aprendizaje. El análisis de las guías de ambas implementaciones se presenta en el **Gráfico 5.01**, el total de guías de las distintas implementaciones es distinto, 24 en la primera implementación y 17 en la segunda (trabajo en parejas).

GRÁFICO 5.01: Dominios reflejados por los estudiantes a lo largo de la implementación



Elaboración propia.

Puede extraerse de la información presentada el **Gráfico 5.01** que la principal diferencia entre ambas implementaciones se presenta en el cuarto dominio el cual no es evidenciado por los estudiantes en ninguna de sus respuestas transcritas en la guía de la primera implementación, no siendo así en la segunda en la cual se observa que es alcanzado por un 29% en las guías de dicho grupo. La interpretación más probable en este caso se deba a dos factores, el primero de ellos son las modificaciones realizadas en el instrumento: específicamente el hecho de agregar, a la actividades, la opción de medir los ángulos de forma directa con un transportador; probablemente dentro de las consecuencias de esta modificación sea que los estudiantes puedan percatarse con mayor rapidez que pares de ángulos poseen igual medida.

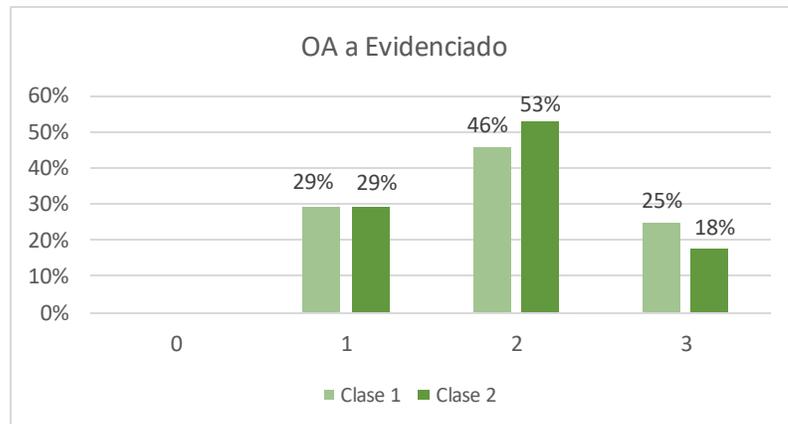
Finalmente, la movilidad hacia el cuarto dominio, se termina de explicar por la dinámica de implementación, pues en el primer caso fue entregada una guía por persona, mientras que en el segundo establecimiento el curso recibió una guía por parejas, esto responde a una metodología que explota la zona de desarrollo próximo por medio del trabajo colaborativo, lo cual tiende a producir mayores niveles de aprendizaje (Vygotsky, 1978).

5.2.3 Habilidades Científicas evidenciadas

En relación a los Objetivos de Aprendizaje Transversales de Habilidades Científicas que se analizaron en las respuestas de las guías de ambas implementaciones, es preciso recalcar que de igual forma que los dominios de aprendizaje, el grado de habilidad identificado es una representación parcial de las capacidades en dicha área que posee el estudiante; principalmente esto es debido a que el análisis se centra en la guía, por lo cual es imposible contrastar que lo expresado en este instrumento refleje la totalidad de habilidades que posee quien lo ha respondido.

En lo que respecta a los indicadores de los OAT de Habilidades Científicas, estos no tienen necesariamente una paridad en su logro establecida, por lo que independientemente de que algún estudiante evidenciara en las respuestas de su guía dos de estos, no es posible aseverar que son los dos primeros indicadores de evaluación específicamente, debido a que estos pueden ser cualquier combinación de los indicadores propios de la habilidad. En razón de esto es que los gráficos de resultados presentan directamente el porcentaje de estudiantes que alcanzo un número concreto de indicadores, sin desglosar cuales alcanzaron en específico.

GRÁFICO 5.02: Habilidad “a” reflejada en las respuestas de la guía.



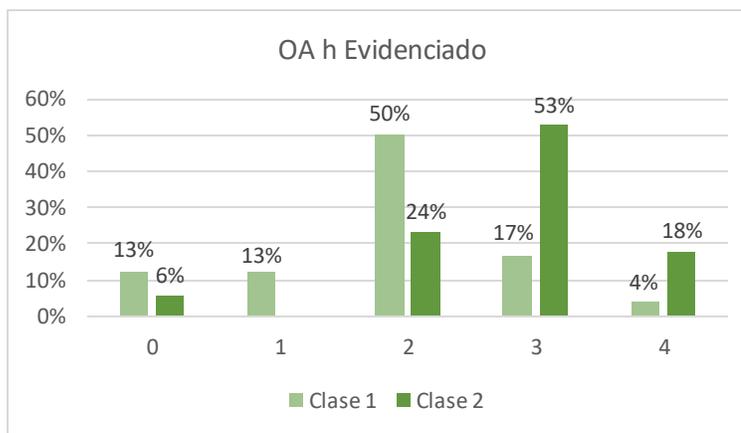
Elaboración Propia.

Entrando en los resultados obtenidos, el **Gráfico 5.02** presenta un desglose porcentual del número de estudiantes que presentaron los indicadores de evaluación del “OA a”, la especificación de estos están presentados en la **Tabla 4.05** del capítulo cuatro del presente trabajo de seminario. En el análisis de esta habilidad, su alcance o nivel de logro se conceptualiza mediante la cantidad de indicadores que se evidencian en las respuestas de los estudiantes que están en la guía. Significa entonces, que el rango de los indicadores para esta habilidad concreta varía entre el cero y el tres.

En cuanto a la información presentada en el **Gráfico 5.02**, se destaca primero que en todas las guías, tanto para la clase 1 como para clase 2, presentaron alguno de los indicadores del “OA a”, lo cual permite asegurar que para el caso de esta habilidad la propuesta promueve que los estudiantes, como mínimo, sean capaces de movilizar características propias de algún indicador de evaluación, los cuales al ser comportamientos observables debiesen permitir al docente identificar dentro del aula las acciones características de ellos.

Por otro lado, se observa una diferencia de 7% de logro para dos indicadores entre la primera clase y la segunda, esta diferencia se puede deber al cambio en la metodología de aplicación para la segunda clase, la cual hizo trabajar a las estudiantes en parejas, lo que permite inferir que pudieran encontrar en conjunto más objetos presentes en el entorno del juego que si hubieran hecho esta descripción de forma autónoma, el cual fue el caso de la clase 1. No obstante las diferencias entre ambos grupos en lo que respecta a esta habilidad no es estadísticamente significativa y los factores tras las diferencias pueden ser múltiples, desde el número de estudiantes por sala, hasta diferencias de gestión por parte de los docentes.

GRÁFICO 5.03: Habilidad “h” reflejada en las respuestas de la guía.



Elaboración Propia.

En el **Grafico 5.03** se desglosa el porcentaje de indicadores de evaluación del “OA h” evidenciados en las respuestas, específicamente para esta habilidad se observa un porcentaje de guías que no presentaron ninguno de los indicadores definidos para ella, cuya diferencia es de un 7% en favor de la clase 2, lo cual es positivo dado que en primera instancia se persigue que todos los alumnos desplieguen alguno de los indicadores a lo largo de la guía, por lo que disminuir este porcentaje da un indicio positivo del diseño de la propuesta y su método de implementación, considerando los cambios que se hicieron sobre la propia guía y la planificación de implementación de esta a partir de los resultados obtenidos en la clase 1.

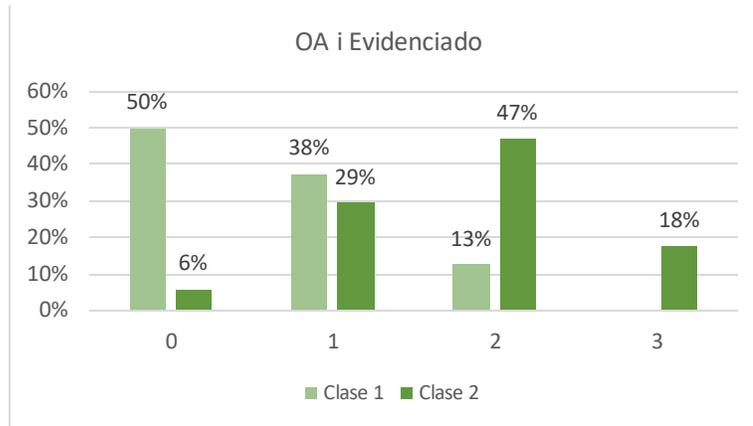
La consecuencia de estos cambios se refleja también en la movilidad hacia un mayor número de indicadores de evaluación, cambio porcentual que se plasma más notoriamente en el número de respuestas que evidencian solo un indicador, pues en la unidad de análisis de la primera implementación se presentó esta situación en un 13% mientras que la segunda implementación las respuestas de los estudiantes evidencian en su gran mayoría dos o más indicadores.

Al considerar el proceso de aprendizaje como un “sistema complejo”, en el entendido de la definición holística dada por Simon en la década de los noventa a este término (Tarride, 1995), pues se desprenden semejanzas de esta conceptualización con este proceso; principalmente por conjugarse gran número de componentes o factores con una alta interdependencia entre estos, además de ser un escenario no determinista en esencia, por depender de las características del sujeto, así como del contextos en que está inmerso. Se desprende entonces que la explicación de la diferencia entre los resultados, de ambas implementaciones, está inmersa en un amplio espectro de variables que inciden en los resultados, por lo cual es altamente probable que las causas mencionadas en las siguientes líneas no sean los únicos factores que incidieron en ellos.

Los resultados referidos a la habilidad del “OA h” presentes en el **Gráfico 5.02**, como se ha detallado, muestran una diferencia significativa del número de indicadores de evaluación que los estudiantes evidenciaron en sus respuesta. Siendo inferior en la primera implementación, una plausible explicación se presenta en las características de las actividades, dado que para esta clase la premisa fue trabajar de manera observacional sin hacer mediciones cuantitativas sobre las representaciones graficas (calcos) que los estudiantes elaboraron, por lo que las respuestas estaban restringidas a mencionar datos cualitativos, aunado a que las consignas e instrucciones de la guía no solicitaban de forma explícita que dibujaran los pares de ángulos de igual medida que identificaban, de forma que la parte de presentación de datos no era movilizaba de forma significativa.

En contraposición con la primera implementación que concentro un 63% de respuestas que evidenciaron a lo más dos indicadores de evaluación, sin contabilizar a quienes además no presentan ninguno de estos descriptores, la segunda clase concentra un 71% de respuestas que evidencian como mínimo tres indicadores. En cuanto a evidenciar menos de dos indicadores en la guía, se observa un resultado positivo al no ser superior al 6%, considerando que se espera que los estudiantes desarrollen la mayor cantidad de indicadores posibles a lo largo de la actividad, lo que se logra a través de los cambios en la guía de trabajo y la metodología de trabajo misma, es decir, los estudiantes fueron capaces de trabajar en función de datos cualitativos y cuantitativos además de poder proyectar respuestas a interrogantes a partir de estos datos y en un menor grado llegar incluso a criticar estos resultados a favor de la secuencia de trabajo.

GRÁFICO 5.04: Habilidad “i” reflejada en las respuestas de la guía.



Elaboración propia.

El **Gráfico 5.04** desglosa porcentualmente el número de estudiantes que presentaron los indicadores del “OA i”, estos resultados evidencian que la primera implementación no movilizó en gran medida esta habilidad, como se observa en los resultados, un 50% de los estudiantes de la Clase 1 no presentó ninguno de los indicadores de dicha habilidad.

Es importante considerar que dentro del conjunto de alumnos que lograron presentar alguno de los indicadores del OA i, un 38% del total de alumnos del curso logró uno de los indicadores lo cual se explica en el diseño mismo de la primera guía, la cual daba importancia a las comparaciones de índole cualitativo y dibujar los modelos de trabajo de los estudiantes, lo cual está literalmente mencionado en el primer indicador de esta habilidad.

Los cambios hechos en la clase 2 tanto para la primera guía como en su implementación repercutieron directamente en la cantidad de estudiantes que lograron diferentes indicadores del “OA i”, bajando de 50% a 6% lo cual es bastante positivo. Por otro lado, disminuye la cantidad de estudiantes que logran un solo indicador para dar paso a logros de 2 o más indicadores en un 47% y 18% respectivamente, lo cual permite inferir que los cambios hechos en la guía permiten a los alumnos realizar esquemas o dibujos y que a través de estos explicaran la problemática a la cual estaban expuestos.

Dentro de todos los resultados obtenidos, en las distintas habilidades científicas, el cambio más significativo se da en el OA i, considerando los porcentajes que se evidencian en el **Gráfico 5.04**, presentando estos un salto o movilidad abrupta a un mayor número de indicadores logrados por los estudiantes en la segunda implementación.

En relación al positivo resultado obtenido, cabría la posibilidad de que la diferencia se debiese a características propias del segundo grupo muestral, sin embargo no existe ningún indicio detectado en el desarrollo de la propuesta que sustente esta apreciación, es más se podría plantear la hipótesis (antes de la implementación) que los resultados evidenciarían una situación contraria. Esto al considerarse factores como que este grupo posee un mayor número de estudiantes (34) en comparación con el de la primera clase (24), lo que debiese requerir una expertis de gestión mayor por parte del docente, así como por el hecho de que los estudiantes de la primera clase es un grupo mixto en género, lo cual no ocurren en la segunda implementación en la cual el grupo se compone solo de estudiantes femeninas, así la hipótesis estaría respaldada por los resultados internacionales que muestran una brecha de género entre hombres y mujeres en materias científicas, siendo los varones quienes obtienen mejores resultados en esta disciplina (MINEDUC, 2010; OECD, 2014).

Concluyendo en función de los datos presentados tanto para el “OA h” como para el “OA i” que muestran resultados mejores en la segunda de las implementaciones, cabe puntualizar que los cambios realizados en la propuesta parecen promover una mayor movilidad de habilidades científicas que la primera propuesta diseñada.

5.2.4 Correlaciones entre Dominios y Habilidades

Volviendo la mirada hacia la relación entre las variables previamente definidas, se presenta el análisis correlacional entre el dominio de aprendizaje que los estudiantes evidenciaron en la guía (VD) y cada una de las habilidades científicas correspondientes a los Objetivos de Aprendizajes “a”, “h” e “i” (VI1, VI2 y VI3 respectivamente) descritas en las Bases Curriculares del año 2013. Es preciso esclarecer que esta búsqueda de relación entre las variables se da bajo la hipótesis que a una mayor habilidad, representada por el número de indicadores, se debiese obtener un dominio de aprendizaje más cercano al conocimiento disciplinar referido al modelo geométrico de la reflexión de la luz.

En lo que respecta al valor que las variables pueden adquirir, hay que distinguir primeramente que el dominio de aprendizaje puede tomar valores discretos que van del cero al cuatro. Este rango está en directa relación con el encasillamiento de las respuestas que entregaron los estudiantes en su guía, la cual es la unidad de análisis a lo largo de este apartado, a una de las cinco posibles categorías de dominios de aprendizaje. En cambio los valores para cada variable independiente, están en relación al número de indicadores de evaluación que se evidencian en la unidad de análisis. En cada una de estas variables el valor cero representa que ningún indicador ha sido identificado en las respuestas presentes en la guía.

El análisis de la correlación entre estas variables se realizó en ambas muestras de estudio, los datos recopilados de la guía asociada a la primera implementación se presentan en la **Tabla 4.A**, del **Apéndice 8**. Este grupo de datos son la base del posterior análisis correlacional entre las variables ya definidas; finalmente se debe tomar en cuenta que las guías fueron enumeradas aleatoriamente según su revisión, por lo cual los datos presentados no presentan orden predeterminado alguno.

A partir de los datos presentados en la **Tabla 4.A**, se obtuvo la correlación entre las habilidades científicas asociadas a cada habilidad y los dominios de aprendizaje evidenciados por los estudiantes de la primera implementación realizada en el Colegio el Bosque de Puente Alto. La **Tabla 5.03** condensa esta información presentando el grado de correlación entre las variables, la interpretación de este dato será bajo uno de los cinco parámetros que propone Bisquerra (2013), en el ámbito de las Ciencias Sociales, los cuales son: correlación muy alta, alta, moderada, baja y prácticamente nula.

Tabla 5.03: Correlaciones entre variables. (Clase 1)

	Habilidad a	Habilidad h	Habilidad i	Dominio
Habilidad a	1			
Habilidad h	0,6211	1		
Habilidad i	0,3768	0,3154	1	
Dominio	0,6230	0,7491	0,3339	1

Elaboración propia.

La lectura de los datos de correlacionalidad de la primera implementación llevan a la obtención del coeficiente de determinación, estos se presentan en la **Tabla 5.04**, es importante especificar que las cifras expuestas han sido truncadas en la cuarta cifra decimal. En lo referente a la interpretación de cada coeficiente, esta sigue la línea intuitiva que propone Bisquerra (2013), referida a la dependencia entre las variables.

Tabla 5.04: Coeficiente de Determinación (R^2).

	Habilidad a	Habilidad h	Habilidad i	Dominio
Habilidad a	1			
Habilidad h	0,3858	1		
Habilidad i	0,1419	0,0994	1	
Dominio	0,3881	0,5612	0,1115	1

Elaboración propia.

Se desprende de los datos de la **Tabla 5.03** que la habilidad científica del “OA a” y el dominio de aprendizaje se correlacionan con un factor de 0,623. Teniendo en consideración lo expresado por Bisquerra (2013), quién expresa una interpretación para el coeficiente de correlación en el ámbito de las investigaciones en Ciencias Sociales, puede entenderse este valor como una correlación moderada entre las variables. Por su parte se aprecia en la **Tabla 5.04** que el Coeficiente de Determinación (R^2) es bajo, solo de 0,3881. Así pues, este dato expresado porcentualmente refleja que la habilidad de “observar y describir objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos” explica el 38,81% del Dominio de aprendizaje evidenciado a lo largo de la guía.

En lo que respecta a la interpretación del coeficiente de determinación dentro del contexto de la actividad, es comprensible que este no supere el 40%, pues a pesar que la observación del fenómeno es clave en el inicio de la actividad, la consecución final del fenómeno en estudio requiere de movilizar otras habilidades tales como la organización de datos, comparar y reflexionar sobre las representaciones gráficas, entre otras, y con las cuales se complementa la consecución del conocimiento disciplinar al que apunta la clase.

La habilidad científica del “OA h” y el dominio de aprendizaje se correlacionan, como se aprecia en la última fila de la **Tabla 5.03**, con un factor de 0,7491 lo cual implica una correlación alta entre estas variables. Paralelamente, la **Tabla 5.04** expone el coeficiente de determinación entre ellas, el cual es de 0,5612. La interpretación de este dato, expresada porcentualmente, refleja que la habilidad de “organizar y presentar datos cuantitativos y/o cualitativos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC” explica el 56,12% del Dominio de aprendizaje evidenciado a lo largo de la guía.

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, las actividades articuladas en la guía apuntan a que los estudiantes exploren y descubran el modelo geométrico de la reflexión de la luz, para ello estas presentan un espacio en donde la obtención y organización de datos cuantitativos y/o cualitativos se transforman en la principal vía para una reflexión y análisis del fenómeno en estudio. Estas consideraciones se alinean y explican la correlación alta obtenida, así como el coeficiente de determinación que supero el 50%, por lo que los factores como las actividades presentes en la guía, la gestión del docente en el aula, así como el trabajo que llevaron a cabo los estudiantes, terminaron por reflejar en las respuestas de estos una correlación positiva entre su habilidad de representación y organización de datos y su dominio de aprendizaje.

El análisis correlacional de la habilidad científica referida al “OA i”, no se presenta en estas líneas pues como se aprecia en la **Tabla 4.A** del **Apéndice 8** el número de estudiantes que movilizaron esta habilidad y lo evidenciaron en la unidad de análisis (guía) es escaso, con lo cual cualquier interpretación sería solo un enfoque parcial y escasamente representativo de la relaciones entre esta variable y los dominios de aprendizaje.

En la segunda implementación llevada a cabo en el Liceo Mater Purissima, se obtuvo a partir del análisis de las guías, los datos presentados en la tabla del **Apéndice 10**. A partir de los mismos, se obtuvo la correlación entre cada una de las habilidades científicas y los dominios de aprendizaje evidenciados por los estudiantes, dato que es presentado en la **Tabla 4.12**. También con ellos fueron elaborados los posteriores gráficos presentados en el **Apéndice 11**, los cuales muestran la distribución de los datos y el coeficiente de determinación que se desprende de su correlación.

En lo tocante a las cifras que recoge la **Tabla 5.05**, el análisis se centrará en los datos de la última fila, pues como se explicó la hipótesis de este estudio correlacional gira entorno a la relación entre las habilidades científicas y los dominios de aprendizaje.

Tabla 5.05: Correlaciones entre variables (Clase 2).

	Habilidad a	Habilidad h	Habilidad i	Dominio
Habilidad a	1			
Habilidad h	0,5113	1		
Habilidad i	0,4887	0,7019	1	
Dominio	0,3950	0,6768	0,4062	1

Elaboración propia.

Los factores de correlacionalidad de la segunda implementación, permiten obtener el coeficiente de determinación que representa la relación entre las variables. La **Tabla 5.06** contiene el coeficiente para cada habilidad y el dominio (última fila), es importante además especificar que las cifras expuestas han sido truncadas en la cuarta cifra decimal. La interpretación dada a estos valores se alinea a lo que expone Bisquerra (2013), así la relación entre las variables es intuitiva y se enfoca en la dependencia entre estas, explicando una en función de la otra, de forma porcentual.

Tabla 5.06: Coeficiente de Determinación (Clase 2).

	<i>Habilidad a</i>	<i>Habilidad h</i>	<i>Habilidad i</i>	<i>Dominio</i>
<i>Habilidad a</i>	1			
<i>Habilidad h</i>	0,2614	1		
<i>Habilidad i</i>	0,2389	0,4927	1	
<i>Dominio</i>	0,1560	0,4581	0,1650	1

Elaboración propia.

Enfocándose en los datos referidos a la habilidad científica del “OA a” y el dominio de aprendizaje que presentan la **Tabla 5.05**, se obtiene un factor de correlación bajo para estas variables de 0,395. Además el coeficiente de determinación entre estas variables, este es de 0,156 (**Tabla 5.06**), con lo cual se infiere que la habilidad de “observar y describir objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos” explica menos del 20% del Dominio de aprendizaje que los estudiantes evidencian en la guía.

Por último la **Tabla 5.05** también presenta los datos de la habilidad científica del “OA h” y el dominio de aprendizaje, de esta puede extraerse que tienen una correlación de 0,6768, es decir ambas variables se correlacionan moderadamente entre sí. En la síntesis de datos presentes en la **Tabla 5.06** se ilustra el coeficiente de determinación (R^2), el cual está en el orden de los 3/7, cifra que conlleva que la habilidad de “organizar y presentar datos cuantitativos y/o cualitativos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC” explica el 45,82% del Dominio de aprendizaje evidenciado a lo largo de la guía.

El análisis correlacional de la habilidad científica referida al “OA i”, no se presenta en estas líneas, en parte debido a que el número de estudiantes que movilizaron esta habilidad en la primera implementación no permitía un análisis serio de los datos. La segunda implementación fomentó un espacio en donde esta habilidad científica se presentó y fue evidenciada en la guía. No obstante la correlacionalidad que se obtenga será una instantánea que no podrá ser contrastada con una experiencia similar, con lo cual cualquier interpretación sería solo un hito aislado y tendría una baja validez externa.

En resumen a partir del coeficiente de determinación obtenido en ambas implementaciones se aprecia que la habilidad científica del “OA a” no explica significativamente el Dominio de aprendizaje evidenciado a lo largo de las distintas actividades presentes en la guía. No obstante los datos presentados en el apartado anterior dan entender que en grupos similares la propuesta pedagógica promueve la movilización de esta habilidad en los estudiantes que realizan las actividades de la guía, lo cual es una de las metas a alcanzar por los estudiantes que plantea el currículum nacional. Así, al considerar que las correlaciones en ambos grupos son positivas su

inclusión no se opone al objetivo disciplinar final de la propuesta.

Finalmente en los marcos de los datos presentados en ambas implementaciones, se desprende que la habilidad referida al "OA h" posee una correlación moderada como mínimo con el Dominio de aprendizaje, pudiendo teorizarse que en grupos muestrales de similares características la movilidad de esta habilidad en el transcurso de las actividades explicaría cerca de los 3/7 del dominio que los estudiantes evidenciarían en sus guías. Lo cual conjugado a los datos presentados en el apartado anterior, que ilustran que la secuencia de actividades presentes en la guía moviliza este tipo de habilidad en los estudiantes, se entrelazarían dos factores que apuntan a una consecución de los objetivos de la clase.

5.2.5 Encuesta de apreciación

La encuesta de apreciación es la herramienta que recoge las apreciaciones que permitirán contrastar si los estudiantes experimentaron el estado de *flow* durante el desarrollo de la actividad, cabe destacar que es relevante la medición de este estado debido a su rol fundamental en el aprendizaje basado en juegos (GBL) además de un componente importante en la planificación mediante la taxonomía HEXA-GBL, que es parte constitutiva del diseño de la propuesta.

La escala de apreciación fue contestada de forma anónima por cada una de las estudiantes que participaron en la segunda implementación de la actividad. Dentro de las respuestas obtenidas se realizó un filtro mediante una pregunta, esta permite discriminar a aquellas personas que contestan azarosamente la encuesta. El total de encuestas que superaron el filtro fueron 30 de un total de 34 alumnas que lo realizaron.

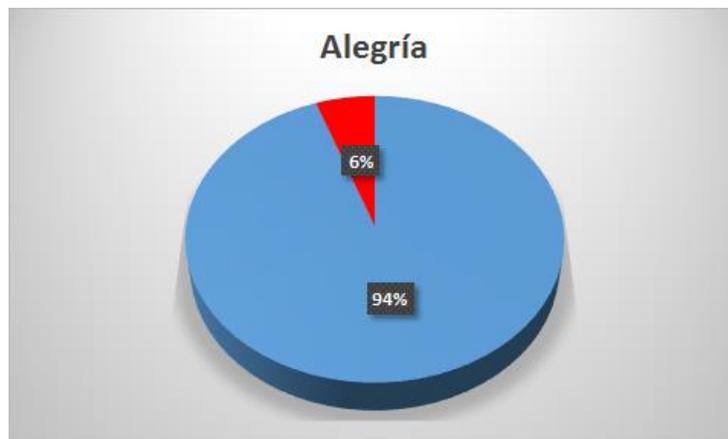
El estado de *flow* se midió mediante seis descriptores que se detallaron anteriormente en el apartado 4.4.2, los cuales son: alegría, control sobre la actividad, fácil de usar y rápido, concentración y distorsión del tiempo, telepresencia y finalmente cambio de actitud de la clase.

Los resultados obtenidos de la escala de apreciación fueron clasificados en dos grupos, los de una clara tendencia y los con una tendencia moderada, en otras palabras la información es considerada solo considerando aquellas apreciaciones que toman partido por una opción favorable o desfavorable, con lo cual se omite el porcentaje referido a la opción: ni acuerdo ni en desacuerdo. Esto se hace además considerando que esta opción no presenta un grupo altamente representativo dentro de los reactivos que presenta cada descriptor.

Las siguientes líneas resaltan aquellos indicadores que evidencian una tendencia mayoritaria, estos reflejan una apreciación positiva por parte de los encuestados en áreas como la alegría, el cambio de actitud y finalmente en la concentración y distorsión del tiempo, todos elementos importantes resaltados en la teoría del estado de flujo. Es importante recalcar que este análisis resume la información de la encuesta, la cual presenta reactivos positivos y negativos; esta síntesis considera estar de acuerdo con la posición cuando la categoría en la que fue encasillada la respuesta está entre los valores 4 y 5, por el contrario se considera en desacuerdo las opiniones que fueron clasificadas en las categorías 1 y 2 (Ver **Tabla 4.07**).

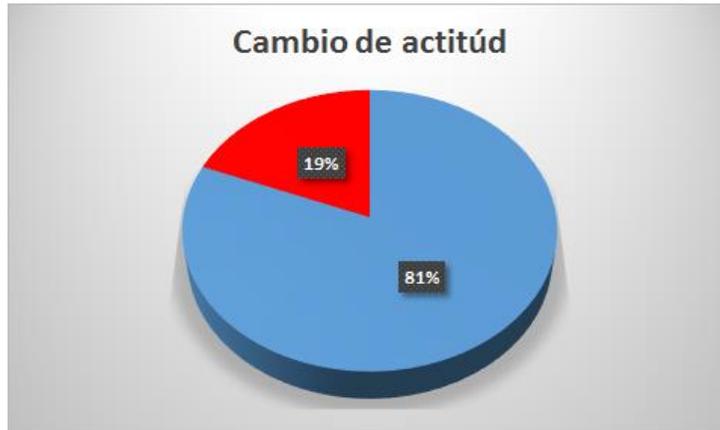
Siguiendo el orden anterior, los reactivos del indicador de alegría, evidencian que del 100% de los estudiantes que emitieron una opinión positiva o negativa hacia las sentencias que estos declaraban, el 94% de las elecciones muestra estar de acuerdo en que se experimentó la sensación de alegría al momento de realizar la actividad propuesta, marcándose una clara tendencia del estado de flow según este indicador, patrón que se ilustra en el **Gráfico 5.05**.

Gráfico 5.05: Apreciaciones de los reactivos del indicador de alegría.



Por su parte el segundo grupo de reactivos circunscritos al indicador de cambio de actitud, refleja que de la totalidad de elecciones hechas a las afirmaciones presentes en la encuesta el 81% de las apreciaciones de los estudiantes se decantan por expresar estar de acuerdo en el cambio de actitud que el curso experimentó, al estar sujeto a la propuesta y en comparación a una clase convencional, mientras que el 19% de las elecciones afirman que la actitud del curso no cambió al realizar este tipo de actividad, leve dicotomía que sintetiza el **Gráfico 5.06**.

Gráfico 5.06: Apreciaciones de los reactivos del indicador de cambio de actitud.



Finalmente, el tercer grupo de reactivos, que reflejan una tendencia por sobre el 75% del total de apreciaciones, responden al indicador de concentración y distorsión del tiempo, el cual tiende a ser uno de los descriptores más importante al momento de analizar el estado de *flow*, esto basado en lo descrito en la bibliografía especializada. Principalmente este *status* se debe a que la concentración que experimentan los jugadores (en este caso estudiantes) al momento de realizar alguna actividad en particular es uno de los mejores reflejos de estar vivenciando una experiencia de flujo. Dentro de los resultados obtenidos en este indicador, se aprecia en el **Gráfico 5.07** que un 78% de opiniones evidencian estar de acuerdo a las afirmaciones que dan a entender que durante el desarrollo de la actividad se produjo una alta concentración aunada a una distorsión, en cambio un 22% dice no estar muy de acuerdo con esta afirmación.

Gráfico 5.07: Apreciaciones de los reactivos del indicador de cambio de actitud.



El otro grupo de indicadores, como el control, la telepresencia, y finalmente aquel que apunta a caracterizar el juego como fácil de usar y rápido, no evidencian una tendencia igual de significativa que los anteriores, las opiniones que afirman estar de acuerdo están bajo el 75% del total de apreciaciones. Estos descriptores se entrelazan a elementos propios del juego, por lo cual están ligados al desarrollo de las actividades en sí, lo que permite realizar adecuaciones al instrumento final de la propuesta, principalmente los indicadores de control y fácil de usar facilitan la localización de mejoras puntuales dentro de la propuesta, específicamente en la utilización de los materiales, las instrucciones y la manipulación de la aplicación. El resumen porcentual de las opiniones expresadas en la guía, de estos indicadores puede ser consultado en el **Apéndice 12**.

5.3 Análisis de las implementaciones

En este apartado se hará una revisión de las implementaciones pasando por las respuestas más comunes entregadas por los estudiantes, lo cual conlleva a un análisis de la guía pregunta por pregunta, resaltando los cambios en la propuesta de trabajo en la segunda implementación. Estas adecuaciones como podrá dar lectura están en base a las respuestas de los estudiantes, así como a la experiencia de la gestión de la clase por parte del docente. Por lo cual se caracterizarán ambas implementaciones por medio de los resultados cualitativos que se desprenden de cada respuesta, dando una idea general de las futuras adecuaciones que se plasmarán en la propuesta final.

5.3.1 Primera Implementación

La etapa inicial de la propuesta parte con una breve contextualización seguida de un espacio para explorar el juego *Laserbreak Lite*. Seguidamente a esta primera aproximación al juego, se deben responder dos preguntas que apuntan a caracterizar el haz de luz proveniente del láser, así como a identificar qué fenómeno físico está en la esencia del juego.

Como se ha caracterizado en el apartado 5.2.1, las respuestas de los estudiantes presentan una pluralidad de términos, ver **Tabla 5.01**. Estos son usados en la primera pregunta para caracterizar tanto las propiedades del haz de luz, a la vez de describir las acciones que provoca sobre los diferentes objetos presentes en el juego. La totalidad de las guías presenta una respuesta a esta interrogante, siendo una de las pocas preguntas que posee esta característica.

Las respuestas a la segunda pregunta utilizan los términos identificados en la **Tabla 5.01**, para expresar como idea central que la reflexión es el fenómeno que permite superar los niveles del juego, además los estudiantes complementan esta noción con la acción o consecuencia que ocasiona la luz del láser al reflejarse o incidir sobre distintos materiales u objetos. Esta pregunta es la segunda en ser contestada ampliamente, por lo cual la primera parte de la guía posee una alta tasa de respuestas, las cuales además tienden a poseer un buen nivel explicativo, más allá de si estas se alinean o no a la gama de respuestas esperadas, por estas razones no se hicieron cambios significativos en estas en el transcurso de las mejoras para la segunda implementación.

En lo que respecta a la tercera pregunta del instrumento (guía), esta apuntaba a que los estudiantes pudieran identificar que un pliegue biseca el ángulo que forman el rayo incidente y reflejado, por lo que se esperaba respuestas redactadas en función del pliegue y los rayos calcados. Específicamente se teorizaba cuestiones como que los rayos coincidían al momento

de realizar el pliegue, o que se identificase a la recta normal como aquel pliegue que formaba dos ángulos de igual medida con cada uno de estos, elementos que se dieron en dos tercios del curso. El tercio restante presento en su gran mayoría respuestas que enfatizaban que los rayos incidente y reflejado coincidían en un mismo punto, elemento que no estaba dentro de las respuestas esperadas al momento de planificar la actividad.

En la cuarta pregunta de la guía, los estudiantes expusieron sus ideas de una forma que se distancia a lo planificado; se consultaba por la una apreciación de estos, lo que en síntesis apuntaba a lo siguiente: las relaciones anteriores se repetirán para cualquier reflexión que puedas elegir dentro del juego. Las respuestas esperadas gravitaban en torno a una justificación, así como que se realizara un dibujo explicativo, esto pues se solicitaba como instrucción.

En un desglose de lo evidenciado en la cuarta pregunta, seis guías no presentan ninguna respuesta, mientras que otras seis solo se limitan a exponer una afirmación positiva o negativa sin presentar justificación, por último doce guías presentan las afirmaciones respaldadas de algún argumento. No obstante el número de respuestas que reflejara alguna representación gráfica no supera las cuatro, de las cuales solo tres son dibujos que se relacionan a la respuesta. La **Imagen 5.01**, lo mismo que la **Imagen 5.02**, ilustran dos ejemplos de las pocas representaciones que los estudiantes realizaron al momento de responder en la guía.

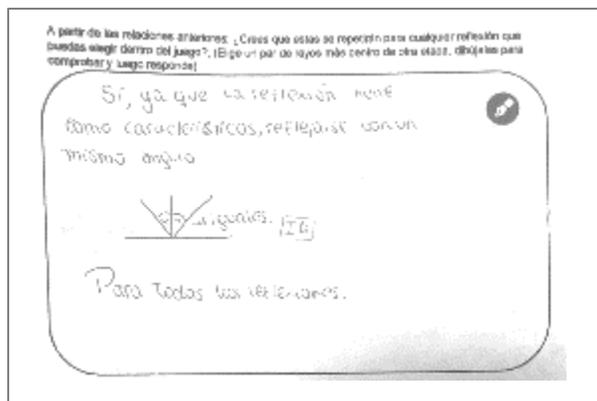


Imagen 5.01: Tipo de respuesta. Caso 1

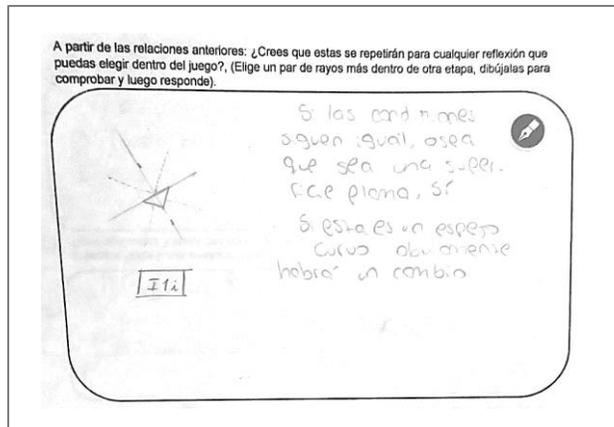


Imagen 5.02: Tipo de respuesta. Caso 2

El escaso número de dibujos expresados en las guías, ha sido producto de la consigna propia de la pregunta cuatro, pues no enfatiza que se dibuje de manera explícita, también se atribuye a la gestión del docente que tampoco apunto a dar importancia a esta práctica. Esta primera disonancia entre lo esperado y lo reflejado por los estudiantes, llevaron a realizar cambios en esta parte de la guía, principalmente se reformulo esta pregunta, al mismo tiempo de separar la solicitud del dibujo como otra consigna dentro de este instrumento.

Posterior a la cuarta pregunta de la guía, se da paso a jugar nuevas etapas, el fin de esto es mantener el estado de *flow* dentro de la actividad a través de la acción directa del juego *Laserbreak Lite*. Una vez finalizado el tiempo destinado a esta actividad, se solicita a los estudiantes seguir un procedimiento similar al de la primera fase de exploración, en la que la principal diferencia gravita en calcar la reflexión de un haz de luz que incida sobre un espejo curvo dentro de algunos de los niveles propuestos.

El juego y la actividad descrita dan paso a la parte final de la propuesta, en lo que respecta a la construcción del conocimiento disciplinar por parte de los estudiantes. Con este fin se presentan tres preguntas que apuntan a contrastar las reflexiones sobre distintas superficies que se han presentado a lo largo del juego, plana y curva. Del conjunto de preguntas, cuatro guías no presentan respuesta alguna, seis presentan contestadas una o dos de estas y finalmente las catorce restantes presentan la totalidad de las preguntas respondidas.

El análisis de las respuestas se centrará en la última pregunta que apuntaba a detallar, por ende identificar, qué caracteriza a la reflexión de la luz, independientemente del tipo de superficie en la que está incidiera. Un primer grupo de nueve guías no presentan respuestas a la cuestión consultada, a su vez otras seis presentan obiedades sus respuestas o reflejan no comprender

la pregunta. Para el primer caso se contestan frases como “el láser”, “el rayo que incide” o insinúan que se mantiene constante la reflexión. El segundo caso, presente en dos guías, muestran como si la pregunta les consultara su apreciación, por lo que responden “si creo que se mantiene” y “en la plana si se mantiene y en la curva no”.

Terminando el análisis de las respuestas a esta última pregunta, se observa en las guías que una persona encuentra una diferencia entre las superficies planas y curvas en lo que respecta a los ángulos que se generan en la reflexión, por otro lado ocho estudiantes lograron identificar que el ángulo del rayo incidente es de igual medida que el ángulo del rayo reflejado, esto representa a un 25% del grupo muestral. Cabe resaltar que estas personas están en el tercer Dominio de aprendizaje, y no en el cuarto pues no especifican en sus respuestas qué par de ángulos son a los que se refieren, por lo cual es imposible afirmar que estén tomando como referencia la recta Normal.

Este grupo de tres preguntas de las cuales se ha detallado la última, presentan en general respuestas de carácter cualitativo en cuanto a comparaciones, citas como presenta “más ángulos” son recurrentes, o elementos de paralelismo también son mencionados. Debido en parte a estas características, condicionadas a que la comparación entre ángulos era solo apreciativa, comparándolos al sobreponerlos y observarlos a contraluz, es que se optó por agregar a los materiales de la actividad un transportador. Esto último llevo a reformular este grupo de preguntas tanto en función de la medición así como de la comparación con los dibujos que ahora sí se solicitaron explícitamente en el apartado anterior.

Sumado a las modificaciones anteriores se optó por agregar una última consigna que solicitara discriminar y seleccionar el dibujo que mejor representase la reflexión de la luz. Esto con el fin de poder rescatar la información sobre que rectas consideraban los estudiantes, que era mejor medir los ángulos, distinguiendo con ello si se centraban en la recta normal, cuyo pliegue siempre biseca los ángulos.

Finalmente, los estudiantes presentaron un dispar comportamiento al responder las preguntas metacognitivas que la actividad presenta en su parte final. Lo primero a resaltar es que seis guías no presentan contestada ninguna pregunta, lo cual representa un 25% del total. Del restante 75% las respuestas varían significativamente en el número de preguntas contestadas.

Por otra parte, existen 18 guías de trabajo que presentan al menos una pregunta metacognitiva contestada, de este grupo se observa que la primera pregunta siempre posee una respuesta, pudiendo ser las restantes las que queden en blanco; específicamente, seis guías presentan esta característica.

Iniciando el análisis por la primera de las cuatro preguntas, se puede distinguir dos tipos de respuestas que los estudiantes entregan: unas hacen referencia al fenómeno físico en estudio y las otras se enfocan en describir apreciaciones sobre la actividad. Las respuestas que buscan especificar características de la reflexión de la luz se centran principalmente en el describir que la reflexión estará en dependencia de la superficie a la que incide el haz de luz. El otro tipo de respuestas en su gran mayoría exponen que la actividad es una forma distinta y de carácter didáctico de enseñar el contenido.

Del restante 50% de guías que presentan más de una respuesta a las preguntas finales, solo una no respondió la pregunta dos; el resto presentan argumentos que explican tanto las dificultades que tuvieron en el transcurso de la actividad, tales como comparar ángulos, dibujar, buscar los ángulos, e inclusive responder. Así como, un número menor de respuestas (tres) hace referencia a elementos que tienen relación con el diseño de la actividad, por ejemplo una especifica que un problema fue “pasar algunos niveles que se pedían en las instrucciones”, otra persona especifica que su principal dificultad se centró en “no tener el juego” y la última especifica que “algunas instrucciones no son comprensibles a una simple lectura”.

La tercera pregunta metacognitiva fue respondida solo por cinco estudiantes, entre estas se especifica que los pliegues permitieron seleccionar un modelo, mientras que otras lo atribuyen a “la comparación con la hoja de tal modo que se observase una”, cita que alude al proceso de plegar el dibujo calcado y comparar a contraluz como coincidían las líneas que representaban los rayos incidente y reflejado.

Las respuestas a la cuarta y última pregunta, están presentes en solo tres guías, y se limitan a responder ambiguamente el significado físico del modelo en estudio. Es preciso resaltar que en esta implementación el tiempo destinado a responder estas preguntas no supero los cinco minutos, debido a la extensión de otras etapas de la clase, hecho que explica en parte el bajo número de respuestas a las preguntas finales.

5.3.2 Segunda Implementación

En la segunda implementación se optó primeramente por realizar el trabajo en pares, una de las razones es por el mayor número de estudiantes del Primero medio B del Liceo Mater Purissima, así la unidad de análisis, que es la guía, representa a un par de estudiantes (“pareja” o “dúo” de aquí en adelante). Entrando de lleno a las características del instrumento este mantiene la etapa de contextualización, al igual que el espacio de exploración del juego *Laserbreak Lite*, también

se mantiene el número de preguntas referidas a esta etapa inicial; las cuales no fueron modificadas más que en elementos puntuales sin cambiar el foco, por ende los estudiantes tuvieron que caracterizar el rayo de luz que emite el láser e identificar qué fenómeno físico está en la esencia del juego.

La **Tabla 5.02** (del apartado 5.2.1) ilustra la diversidad de expresiones terminológicas expresadas por los estudiantes al momento de contestar estas primeras cuestiones. Las respuestas reflejan que estos términos son utilizados para describir algunas propiedades del haz de luz, explicar la reflexión de la luz e ilustrar los efectos que se provocan a lo largo del juego. Una mirada más acuciosa a estas, permite identificar que la totalidad de las guías (17) presenta alguna clase de respuesta a la primera pregunta, de las cuales solo una de ellas no menciona la reflexión, tres mencionan a este fenómeno como la única característica recurrente del láser dentro del juego, siete parejas de estudiantes adicionan a su respuesta en la guía elementos descriptivos de otros elementos presentes en los niveles como “esferas”, “triángulos”, “bloques”, entre otros. Finalmente las restantes cinco parejas contestan con los elementos anteriores además de describir características del láser como su color o expresiones como “es recto” que apuntan a la propagación rectilínea del haz de luz.

La segunda pregunta es contestada por una amplia cantidad de estudiantes, los que hacen uso de los términos que resume la Tabla 5.02. El tipo de respuestas expresa en su mayoría que la reflexión forma parte de los elementos esenciales del juego. No obstante existen guías que presentan como la respuesta a las superficies especulares (cristales, triángulos en sus palabras), lo que evidencia que no se comprendió la pregunta por estas parejas, la cual consultaba por una situación y no por un objeto.

En la tercera pregunta se evidencia que un grupo de siete guías presentan respuestas que no especifican datos cuantitativos, a pesar que disponen de ellos, remitiéndose solo a especificar una relación entre los ángulos, pero sin sustentarla con los datos de sus mediciones. A su vez dos de los instrumentos contestados por los estudiantes expresan la suma de los ángulos y una tercera guía más específica la perpendicularidad entre los pliegues, otras cinco guías responden de una forma más integral presentando los datos de su medición y las relaciones que observan entre ellos. En contraposición a todo lo expuesto solo dos parejas no contestan a esta interrogante, resaltando que una de estas, no trabajó más en las preguntas de la guía, dejándolas prácticamente todas en blanco.

Estos resultados evidenciaron que la consigna de la pregunta, no especifica que se respalde con los datos de la medición la relación observada. Además a partir de las guías que presentan datos se contrasta errores en la medición, así como una carencia del concepto de incertidumbre y del

concepto de error.

La siguiente consigna de la guía apunta a tomar partido por una aseveración, argumentando la elección, ya sea a favor o en contra. Las respuestas que presentan una opinión en contraria a la sentencia de la pregunta no superan las dos guías, sumadas a otra que presenta su posición a favor pero matiza sus argumentos, las restantes guías que presentan una opinión favorable argumentando sus respuestas desde distintas perspectivas.

La quinta consigna del instrumento presenta el mayor quiebre entre lo estipulado en la planificación y lo planteado por las distintas parejas de estudiantes al momento de contestar. Se solicita en el enunciado que se dibujen dos pares de ángulos de igual medida, sin embargo las respuestas graficas muestran que no fue gestionada esta instrucción dentro del aula, pues las guías reflejan dibujos que presentan solo un ángulo en los espacios dados, tal como se puede observar en el conjunto de imágenes, las cuales además ilustran los tres tipos de respuestas que los dúos de estudiantes plasmaron en las guías (**Imagen 5.03**, **Imagen 5.04** e **Imagen 5.05**).

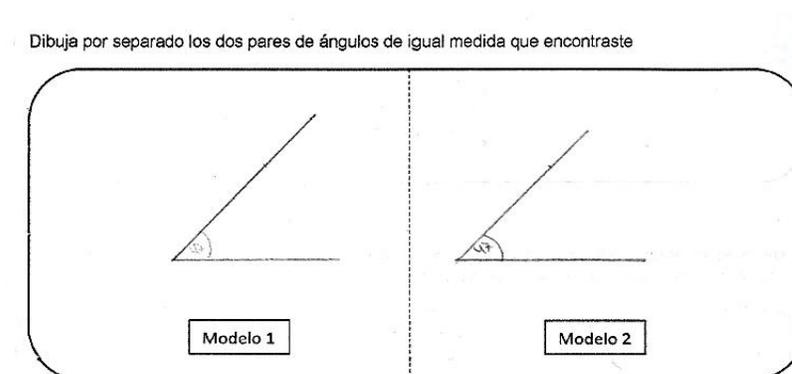


Imagen 5.03: Tipo de Respuesta, segunda implementación. Caso 1

La **Imagen 5.03** ilustra un primer tipo de respuesta grafica que refleja no solo el hecho que no se ha contestado en función de la consigna, también evidencia que los dúos de estudiantes que plasmaron este tipo de dibujos han entendido que deben dibujar el mismo ángulo dos veces, pues es lo que está impreso en la respuesta de la guía.

La quinta consigna es la parte final de la primera actividad, posterior a la cual se entrega un nuevo espacio para jugar y superar más niveles, esta etapa apunta a que la propuesta no disocie el juego de las actividades y se mantenga la motivación intrínseca de los estudiantes, además de apuntar a otros indicadores del estado *flow* como la alegría. Con el objeto de centrar a los estudiantes en la construcción del conocimiento, se solicita a estos seguir nuevas indicaciones, de carácter similar a las ya efectuadas, donde diferencia principal gira en torno a calcar la reflexión de un rayo de luz incidiendo en un espejo esférico, los cuales se encuentran presentes en los niveles propuestos en la guía.

La actividad descrita conduce a las últimas etapas de la propuesta, en la cual la guía presenta cuatro nuevas consignas algunas acompañadas de preguntas, las cuales buscan que el estudiante compare la reflexión sobre superficies planas y superficies curvas. Al analizar el conjunto de respuestas referidas a la primera de estas preguntas, se observa que ocho guías no contestan a ella, y nueve presentan respuestas que reflejan no haber comprendido lo expuesto en ella, pues la pregunta apunta a describir la diferencia entre pliegues en ambas actividades, no obstante las respuestas describen una consecuencia de esta diferencia, la cual es la cantidad de ángulos que se forman.

Continuando el orden numérico, y considerando la descripción del párrafo anterior como la de la sexta pregunta de la guía, se evidencia que la séptima son dos consignas, la primera alude a la medición de los ángulos que se forman en el pliegue de la reflexión sobre la superficie curva, seguida por la solicitud de explicar las diferencias que este fenómeno tiene al comparar los dos tipos de superficies. Aludiendo a las trece guías que presentan una respuesta nuevamente los estudiantes responden haciendo alusión a la cantidad de ángulos formados, en la que algunos complementan con medidas. Es importante resaltar que esta pregunta permitió evidenciar en varias guías el Dominio 2 de aprendizaje, ya que algunas respuestas argumentaban que en el primer caso se dan pares de ángulos de igual medida, no siendo así en el segundo. Sentencia que refleja que existen errores en la medición para esta parte de la actividad, pero que permite evidenciar dominios que los estudiantes no habían evidenciado en respuestas anteriores, como el encontrar pares de ángulos iguales en la primera actividad.

La secuencia implícita en la construcción de la guía estaba bajo la lógica que los estudiantes determinarían en la séptima consigna un par de ángulos de igual medida en la superficie curva, lo cual aunado a haber encontrado igual característica en la reflexión en superficies planas los induciría a descubrir que es una de las características propias de este fenómeno. Así la octava pregunta se dirigía a resaltar la recta de referencia para medir los ángulos, por esto se consulta por el pliegue que siempre facilita la medición.

Si bien es cierto que un grupo de estudiantes no evidencian en sus respuestas la distinción de ángulos de igual medida en la reflexión de superficies curvas, la octava pregunta presenta respuestas que muestran que si son capaces de identificar a la recta normal como el pliegue de referencia más idóneo para la medición de los ángulos.

La novena consigna presentó un inconveniente similar al de la primera propuesta implementada en el Colegio el Bosque de Puente Alto, pues no se solicita dibujar de forma explícita, lo que lleva a que los estudiantes no lo hagan y solo respondan con palabras, esto tampoco fue gestionado por el docente de forma que las respuestas estudiadas presentan escasos dibujos.

Concluyendo con las preguntas que apuntaban a la construcción del conocimiento disciplinar, la novena consigna les pedía seleccionar el modelo (dibujo o esquema) que permitiese siempre medir los ángulos en la reflexión, esta parte sin embargo fue condicionada negativamente al no efectuar la quinta consigna correctamente, pues sus dibujos no les permitían medir los ángulos de interés en la reflexión. No obstante personas se percataron que la dicotomía efectuada en sus representaciones podía ser solucionada al unir ambos dibujos y fue lo que respondían en esta sección, no obstante no es un grupo mayoritario que lo hace en concordancia con sus anteriores respuestas, sin caer en contradicciones.

Finalmente, en esta implementación las finales cuatro preguntas fueron respondidas de una forma mucho más homogénea por parte de los estudiantes. Lo primero a resaltar es que ninguna guía está en blanco, siendo solo una pareja que contestó solo una única pregunta, y lo segundo es el hecho que trece guías presentan todas las interrogantes metacognitivas contestadas.

En todas de las 17 guías siempre se presenta contestada la primera pregunta, en esta implementación también se pueden distinguir dos tipos de respuestas dadas por los estudiantes, aunque con ciertos matices: aquellas que hacen referencia al fenómeno físico en estudio y otras que se enfocan en describir apreciaciones o consecuencias de la actividad. Las respuestas que buscan caracterizar la reflexión lumínica, se enfocan en describir elementos constitutivos del fenómeno como la relación entre los ángulos formados o que esta depende del material en el que incide el rayo de luz. En cambio las otras respuestas en explican que a través de la actividad se puede aprender mejor o que es más fácil.

La segunda pregunta fue contestada por 15 parejas, de estas cabe resaltar que cuatro expresan que no presentaron dificultades, que es a lo que apunta la pregunta. También un grupo menor de guías presenta respuestas más superficiales como “no podíamos” o “hubieron varias cosas que nos costaron hacer” en ambos caso no se especifica la dificultad.

El resto de personas distingue entre sus principales inconvenientes el realizar los pliegues, calcar y medir los ángulos, siendo solo una pareja que especifica que no pudo pasar un nivel del juego, hay que destacar que para el desarrollo de la actividad el superar las etapas no era un factor que dificultara su posterior trabajo. No obstante se debe considerar que esta dificultad pudo interferir en el estado *flow* de los estudiantes, desconectándolos de la actividad central, aunque no hay que dejar a fuera la posibilidad de que sea una consecuencia de la personalidad de los integrantes del dúo que presentó esa dificultad.

Dentro del grupo de respuestas que especifica la medición de ángulos como dificultad, tres guías tienen una especificación, la cual apunta a detallar que la dificultad se produjo debido a que las mediciones no reflejaban ángulos de iguales medidas, como paréntesis es preciso puntualizar que las respuestas usan un nivel menos formal para referirse a esta acción usando términos como calcular o sacar ángulos. Estas respuestas aluden probablemente a la quinta pregunta de la guía que les solicita dibujar dos pares de ángulos de igual medida, hecho que como se ha detallado no ocurrió de la forma planificada. Sin embargo, la consigna cumple en parte con otro de los objetivos propuestos el cual era orientar las mediciones de los estudiantes, pues se estimaba al momento de reestructurar la propuesta, que se presentarían problemas referentes a la medición, tales como realizar mal los pliegues, dibujar mal al momento de calcar o inclusive no saber utilizar correctamente el transportador.

La penúltima pregunta metacognitiva fue contestada por catorce parejas, de estas respuestas se destacan distintas ideas, algunas de estas escapan de todo pronóstico en el diseño del instrumento aplicado, por ejemplo dos guías fueron contestadas especificando gustos, textual: “me gusta más la esfera” y “nos gustó más el modelo plano...”. Contrariamente a estas respuestas, lo que se consulta es lo que ha permitido la selección de un modelo.

También existen otras ideas expresadas por los estudiantes que no tienen relación con alguna acción en concreto dentro de la actividad, esto se ilustra en frases como “con ese es más sencillo” y “fue el que se veía más sencillo”, no obstante estas respuestas se alinean con un proceso que suele ocuparse en la construcción del conocimiento científico, el cual es decantarse primeramente por el modelo o estrategia, según sea el caso, más sencilla.

La cuarta y última pregunta consulta por el significado físico del modelo, pidiendo un detalle del mismo, en ella se observa una riqueza de comentarios que aluden desde que no han podido comprender el trasfondo físico del modelo a respuestas que tratan de expresar ese significado. Un detalle sobre las mismas refleja que solo dos parejas no contestan a esta pregunta, además en tres guías se expresa que no se comprendió el fenómeno físico, lo que es un gran avance a nivel metacognitivo pues la reflexión sobre lo que se ignora o desconoce no es innata a los

estudiantes, además permite al profesor focalizar la acción pedagógica en futuras clases. Finalmente dentro del grupo de guías que responden afirmativamente que son 12, cuatro presentan respuestas en las que no explican el significado que como pareja dan al modelo trabajado en clase.

Cómo conclusión el grupo de preguntas metacognitivas permiten entrelazar lo evidenciado en el desarrollo de los dominios de aprendizaje y de las habilidades científicas que los estudiantes evidenciaron a lo largo de la propuesta, entretejiendo de esta forma un mapeo general del desarrollo de la clase. Puede evidenciarse en las respuestas metacognitivas elementos que se desprenden de los resultados de los dominios de aprendizaje, específicamente que existe un grupo de personas en los primeros dominios que no les permitió evidenciar las similitudes de la reflexión en ambas superficies. De igual forma, estas respuestas se pueden entrecruzar con las habilidades científicas, específicamente con la del "OA h" y la del "OA i", reflejando en este caso dificultades en las mediciones de ángulos, lo cual dificulta la primera de estas habilidades al estar referida a la recopilación de datos. Así mismo y probablemente como consecuencia de lo anterior las guías de trabajo que evidencian la movilización de la segunda habilidad, es decir que fueron capaces de adecuar o discriminar el modelo, no superan el 18% del total (**Grafico 5.04**).

Capítulo VI: Validación y propuesta final

El presente capítulo presenta la última etapa del proceso realizado a posteriori de las implementaciones de la propuesta. En consecuencia, se expone las sistemáticas instancias de retroalimentación a la cual fue sometida la guía de trabajo y se presentan los resultados de una etapa de validación final por juicio de expertos. Terminando por repasar la estructura de la guía de trabajo, resaltando los cambios llevados a cabo, los cuales son fundamentados en la experiencia de las implementaciones y en las sugerencias de los expertos que formaron parte de la validación.

6.1 Validación

En este apartado se hará un análisis del proceso de validación de la propuesta, partiendo desde el trabajo previo con expertos sobre el primer prototipo de la guía, y terminando con la validación realizada por expertos a la propuesta final, llevada a cabo una vez aplicados todos los cambios que dictaba la experiencia de las distintas aplicaciones realizadas.

6.1.1 Primeras Instancias de validación

La naturaleza del presente trabajo de seminario, posee en su centro el crear y diseñar una propuesta didáctica, ello implica que esta impactará en personas en su etapa de formación, además la metodología del estudio realizado consideró dos implementaciones en cursos de distintos establecimientos educacionales. Considerando entonces el factor ético de realizar implementaciones sobre personas, la propuesta fue presentada previamente a los académicos que guiaron el proceso, esto para no llevar al aula un trabajo que no tuviese una mirada más juiciosa y experimentada.

Una vez interiorizados en los lineamientos teóricos de la propuesta, además de haber realizado la búsqueda del juego a implementar, se diseñó una primera guía de trabajo, la cual fue presentada a dos académicos de la Universidad de Santiago de Chile. En este primer *feedback* los docentes puntualizaron las debilidades y contradicciones del instrumento con la teoría, sugiriendo la reestructuración completa del mismo. La **Tabla 6.01** ilustra parte del primer prototipo de guía diseñado.

Tabla 6.01: Primer prototipo de trabajo y apreciaciones realizadas por los académicos.

Páginas de la guía de trabajo	Principales acotaciones realizadas
	<ul style="list-style-type: none"> • La información entregada es parcial, pudiendo llegar a ser difusa para los estudiantes. • Se presenta el modelo a estudiar, sin un proceso de exploración del mismo, con lo cual el estudiante es un mero receptor de información. • El juego no se transforma en el elemento dinamizador del aprendizaje, por lo cual si este no estuviera no habría mayor repercusión en la actividad.
	<ul style="list-style-type: none"> • Al presentarse la información, el estudiante solo replica la misma, sin un desarrollo de un proceso cognitivo superior, solo enfocándose en la memorización. • El contrastar la información ya presentada, puede realizarse perfectamente sin el juego ni el móvil, como un láser.

Consecuencia directa de las recomendaciones realizadas por los académicos, se rediseño la propuesta, centrandó está en los enfoques teóricos como el HEXA-GBL. Una vez finalizada la guía de trabajo, se presentó a tres académicos de la universidad, uno de los cuales formó parte del primer *feedback*, en este proceso los docentes dieron sus apreciaciones y sugerencias, además de expresar que era posible ya aplicar el instrumento si se realizaban las modificaciones sugeridas. La **Tabla 6.02** muestra partes de la guía de trabajo presentada en la segunda retroalimentación.

Tabla 6.02: Esqueleto de la primera guía de trabajo a implementar.

Página 1	Página 2	Página 3
		

Elaboración propia.

Tabla 6.03: Apreciaciones y sugerencias de los académicos

Apreciaciones y sugerencias	Consecuencias
Reformular o acotar el objetivo de la guía.	Se optó por extraer el objetivo.
Revisar redacción.	Se hizo una revisión de la redacción.
Dar pistas en las preguntas	No se hicieron cambios.
Expresar preguntas complementarias.	Se agregaron preguntas en la planificación.
Ajustar los tiempos de la clase.	Tiempos definidos en la planificación.
Realizar un vídeo para las instrucciones de los pliegos.	No se realizó, se prefirió gestionar el error en clases.
Información que no aporta al objetivo de la clase.	Se extraen los cuadros del modelo corpuscular y ondulatorio.

Elaboración propia.

Los cambios realizados, luego de las sugerencias y apreciaciones de los académicos consultados, puede ser apreciados en el **Apéndice 3** y el **Apéndice 4**, que tiene respectivamente la guía de trabajo y la planificación usadas en la primera implementación.

El grueso de indicaciones dada por los cuatro académicos que participaron en este proceso, permitieron implementar en el aula de clases un instrumento inicial que tuviese estándares mínimos y no perjudicara a los estudiantes en su proceso de formación.

6.1.2 Validación

El proceso final de validación del conjunto de la propuesta se basó en la validación por expertos, técnica que es aplicada en otros tipos de instrumentos educativos como *test*, en especial en lo que McMillan y Schumacher (2005) denominan “evidencia basada en el contenido”, la cual busca demostrar el grado en que la muestra de ítems o cuestiones de la evaluación es representativo de algún universo apropiado o ámbito de contenidos o tareas. Estos autores puntualizan que las evidencias se toman regularmente por expertos que examinan los contenidos de la prueba e indican la escala con la que miden objetivos o criterios predeterminados. En este sentido, Cabero y Llorente (2013) entienden la evaluación por juicio de expertos, como un proceso que consiste, en solicitar a una serie de personas la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su opinión respecto a un aspecto concreto.

La decisión de realizar una validación por expertos está supeditada a las características propias del presente trabajo de seminario, específicamente a las limitaciones espacio-temporales, las cuales imposibilitan una tercera implementación, en esta línea argumentativa resaltamos que Utkin (2006) plantea que en variadas áreas de aplicación el juicio de expertos es una parte importante de la información cuando las observaciones experimentales están limitadas.

El juicio de experto fue recogido por medio de una encuesta de apreciación (escala Likert), esta se hizo llegar a tres docentes, entre ellos dos académicos que imparten clases en la Universidad de Santiago de Chile, mientras que el tercer profesor ejerce en un establecimiento de dependencia particular subvencionada. En lo referente a los años de experiencia de los profesionales este parámetro varía entre 6 a 20 años, considerando cada uno de los años expresados, se obtiene un promedio es de 14 años de experiencia en aula. Finalmente se recalca en que todos los expertos consultados declaran haber enseñado contenidos relacionados a la óptica geométrica en los últimos cinco años.

Los reactivos o afirmaciones poseen las cinco clásicas alternativas de apreciación: completamente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo, y completamente en desacuerdo, cada una asignada a una categoría numérica: 5, 4, 3, 2, y 1 respectivamente. Cada afirmación esta categorizada en uno de cuatro descriptores, los cuales no son del conocimiento de los encuestados, este encasillamiento responde a contrastar elementos puntuales dentro de la construcción de la propuesta. Los descriptores propuestos para ver la coherencia interna de la propuesta (guía y planificación) son: comprensibilidad de la propuesta y sus preguntas, idoneidad de la propuesta y su estructura, accesibilidad de recursos, y por último movilidad de habilidades.

Finalmente al entrecruzar las apreciaciones a cada reactivo perteneciente a una misma categoría permite dar una idea más precisa de la noción que el encuestado posee sobre la propuesta. Los reactivos para cada uno de los descriptores son los siguientes:

Comprensibilidad de la propuesta y sus preguntas:

- Las preguntas orientan a respuestas cerradas.
- La redacción de las preguntas es clara y entendible.
- Las consignas anteriores a las preguntas son claras y entendibles.
- Las preguntas promueven respuestas abiertas.
- Las preguntas poseen una dificultad apropiada para primer año medio.
- Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son replicables.

Idoneidad de la propuesta y su estructura:

- El espacio dedicado a los dibujos es apropiado.
- El espacio dedicado a las respuestas es apropiado.
- El número de etapas del juego no es apropiado para el desarrollo de la actividad.
- El tiempo propuesto en el desarrollo de las actividades es el adecuado (ver planificación).
- Las preguntas se alinean secuencialmente en un orden que oriente un desarrollo escalonado del conocimiento del OA 11.

Accesibilidad de recursos:

- Los recursos tecnológicos son accesibles (teléfonos móviles).
- Los recursos análogos son accesibles (papel mantequilla, transportador, regla, lápiz grafito).

Movilidad de habilidades:

- Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del **OA a**, por medio de:
 - Detallan manifestaciones del proceso o fenómeno en estudio.
 - Describen uno o más objetos presentes en un entorno o la función de estos.
 - Distinguen características del haz de luz proveniente del láser.

- Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del OA h, a través de:
 - Mencionan datos cualitativos y/o cuantitativos registrados durante el desarrollo de una investigación.
 - Presentan modelos, esquemas o dibujos, elaborados con ayuda de las TIC, con datos obtenidos durante una investigación.
 - Contrastan a través de datos cuantitativos o cualitativos distintos contextos o fenómenos en estudio.
 - Explican dificultades en su medición o extracción de datos, ya sean cuantitativos y/o cualitativos.

- Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del OA i, mediante:
 - Realizan una o más representaciones gráficas, esquemas o dibujos, relativas a un fenómeno en estudio.
 - Explican problemáticas, preguntas o ideas, aludiendo a representaciones o modelos gráficos.
 - Ajustan modelos existentes para apoyar explicaciones relativas a un evento científico frecuente o regular.

El diseño del instrumento dispone en filas los reactivos, dispuestos equitativamente para no hacer evidente que son parte de un mismo descriptor, a excepción de aquellos relacionados con la movilidad de habilidades que se presentan sin alternancia alguna; mientras que las columnas presenta un espacio para responder por medio de la numeración asignada a cada alternativa de apreciación. Para una mejor comprensión del diseño final de la encuesta, puede consultarse el **Apéndice 13**.

Las siguientes líneas entran en el terreno del juicio dado por los expertos consultados, tanto en lo que respecta a cada alternativa de apreciación que designaron a las afirmaciones expuestas en la encuesta, así como al análisis de las apreciaciones y sugerencias que entregaron.

Tabla 6.04: Validación de los reactivos asociados al descriptor de comprensibilidad de la propuesta y sus preguntas.

Reactivos (Comprensibilidad de la propuesta y sus preguntas)	Valoración		
	E1	E2	E3
La redacción de las preguntas es clara y entendible.	4	4	4
Las preguntas orientan a respuestas cerradas.	1	3	4
Las consignas anteriores a las preguntas son claras y entendibles.	5	4	4
Las preguntas poseen una dificultad apropiada para primer año medio.	5	4	5
Las preguntas promueven respuestas abiertas.	5	4	4
Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son replicables.	5	4	5

Elaboración Propia.

Es posible apreciar en la **Tabla 6.04** que la apreciación de los expertos en los reactivos positivos expresan como mínimo su acuerdo a lo consignado en cada uno de ellos, habiendo también afirmaciones, dentro del descriptor de comprensibilidad de la propuesta y sus preguntas, en las cuales comparten completamente la consigna expresada, entre estos casos resalta el reactivo que hace referencia a la replicabilidad de las indicaciones y procedimientos de la propuesta, hecho de importancia al considerar que el objetivo final del presente trabajo de seminario es ofrecer una propuesta didáctica, la cual carecería de sentido si su estructura y composición no fuesen posibles de replicar por otros docentes o investigadores en el área.

Resulta oportuno especificar que el reactivo negativo no poseyó un consenso dentro de las opiniones de los expertos, este apunta a identificar si las preguntas orientas a respuestas cerradas, por los resultados referidos no es posible afirmar un juicio exacto en esta temática. No obstante al consultarse si las preguntas promovían respuestas abiertas, la apreciación de los expertos tiende a coincidir en estar de acuerdo con esta afirmación.

Es posible que la dicotomía de opiniones referidas, pueda deberse que se presentó a los expertos el conjunto completo de la propuesta, ya que el inicio de la guía es una aproximación de carácter cualitativo, en el que la habilidad de observación y descripción se movilizan al buscar responder un conjunto de preguntas abiertas. No obstante la estructura de estas tiende a focalizarse a medida que se concluye en la actividad, pero sin solicitar respuestas únicas.

Tabla 6.05: Validación de los reactivos asociados al descriptor de idoneidad de la propuesta.

Reactivos (Idoneidad de la propuesta y su estructura)	Valoración		
	E1	E2	E3
El espacio dedicado a las respuestas es apropiado.	5	5	5
Las preguntas se alinean secuencialmente en un orden que oriente un desarrollo escalonado del conocimiento del OA 11.	5	5	4
El número de etapas del juego no es apropiado para el desarrollo de la actividad.	3	2	-
El tiempo propuesto en el desarrollo de las actividades es el adecuado (ver planificación).	3	5	5
El espacio dedicado a los dibujos es apropiado.	5	5	5

Elaboración propia.

La **Tabla 6.05** resume las apreciaciones de los académicos y profesores consultados, e igualmente que en el anterior descriptor, el presente grupo de reactivos posee uno de carácter negativo, del cual no es posible realizar una conclusión de la opinión de los expertos, por la diferencias de opiniones entre estos, con lo cual no es posible poder afirmar si el número de etapas del juego es el apropiado para el desarrollo de la actividad.

En contraposición a lo ocurrido en el reactivo negativo, las afirmaciones positivas poseen una alta coincidencia de opiniones, las cuales se concentran mayoritariamente (como se aprecia en la **Tabla 6.05**) que los expertos tienden a estar completamente de acuerdo con las aseveraciones planteadas en la encuesta. Se resalta que la valoración dada a la sentencia: las preguntas se alinean secuencialmente de forma que orienten un desarrollo escalonado del conocimiento referido a explicar la reflexión de la luz, por medio de la experimentación y el uso de modelos (OA 11), está entre las apreciaciones más altas que podrían dar los encuestados, siendo uno de ellos que expresa estar de acuerdo con lo expresado y los restantes dos expertos expresan estar totalmente de acuerdo con esta afirmación. En consecuencia, se puede afirmar que la secuencia de preguntas que se han diseñado tienden a fomentar el desarrollo del objetivo disciplinar al que apunta la propuesta.

Tabla 6.06: Validación de los reactivos asociados al descriptor de accesibilidad de recursos.

Reactivos (Accesibilidad de recursos)	Valoración		
	E1	E2	E3
Los recursos análogos son accesibles (papel mantequilla, transportador).	5	5	5
Los recursos tecnológicos son accesibles (teléfonos móviles).	5	5	5

Elaboración propia.

En lo tocante al tercer descriptor se resalta en la **Tabla 6.06**, que en ambos reactivos los encuestados expresan estar completamente de acuerdo con la accesibilidad de los recursos necesarios para la implementación de la propuesta, es decir, estos académicos consideran que es accesible tanto los materiales análogos como transportador y papel mantequilla, así como los de carácter tecnológico como lo son los teléfonos móviles.

Tabla 6.07: Validación de los reactivos asociados al descriptor de movilidad de habilidades.

Reactivos (Movilidad de habilidades)	Valoración		
	E1	E2	E3
Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del OA a , por medio de:			
I. Detallan manifestaciones del proceso o fenómeno en estudio.	5	5	5
II. Describen uno o más objetos presentes en un entorno o la función de estos.	5	5	5
III. Distinguen características del haz de luz proveniente del láser.	5	5	5
Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del OA h , a través de:			
I. Mencionan datos cualitativos y/o cuantitativos registrados durante el desarrollo de una investigación.	5	5	5
II. Presentan modelos, esquemas o dibujos, elaborados con ayuda de las TIC, con datos obtenidos durante una investigación.	5	5	5
III. Contrastan a través de datos cuantitativos o cualitativos distintos contextos o fenómenos en estudio.	5	5	5
IV. Explican dificultades en su medición o extracción de datos, ya sean cuantitativos y/o cualitativos.	5	5	4
Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del OA i , mediante:			
I. Realizan una o más representaciones gráficas, esquemas o dibujos, relativas a un fenómeno en estudio.	5	4	5
II. Explican problemáticas, preguntas o ideas, aludiendo a representaciones o modelos gráficos.	5	4	5
III. Ajustan modelos existentes para apoyar explicaciones relativas a un evento científico frecuente o regular.	3	4	4

Elaboración propia.

El descriptor que encasilla a los reactivos, busca recoger la apreciación de los expertos sobre cada uno de los indicadores de evaluación elaborados para la caracterización de las habilidades científicas que los estudiantes evidencian al momento de contestar a las preguntas presentes en la guía.

La **Tabla 6.07**, presenta la valoración que los académicos dan al ser consultados si las actividades de la propuesta promueven el desarrollo de las habilidades científicas. El primer grupo de apreciaciones expresadas, refleja que los expertos concuerdan estar completamente de acuerdo con aquellos indicadores pertenecientes tanto al “OA a” y al “OA h”. Este juicio se matiza en el caso de la restante habilidad, “OA i”, en la cual se aprecia que el conjunto de expertos coincide en estar de acuerdo con cada reactivo de la encuesta siendo el de menor consenso aquel que puntualiza sobre si la actividad da el espacio a ajustar modelos existentes para apoyar explicaciones relativas a un fenómeno físico.

El último elemento de la encuesta de validación, era la oportunidad de entregar sugerencias y opiniones escritas, dos de los tres expertos coinciden que en la guía de trabajo presentada la pregunta cuatro da respuesta explícita a lo consultado en la pregunta anterior. Tomando en cuenta esta apreciación es que se realizó un último cambio en la propuesta de forma de atender al juicio de los validadores, para ello se adecuo levemente la tercera pregunta y se cambió aquella que entregaba la respuesta, consultado por la recta normal, sugerencia dada por uno de los dos académicos ya referidos.

En resumen la valoración del grupo de encuestas es positiva, en donde los expertos expresan en la gran mayoría de reactivos estar de acuerdo o totalmente de acuerdo, estas opiniones reflejan una validación en el corpus general de la propuesta. Al mismo tiempo ha permitido identificar tres afirmaciones en donde las opiniones son disímiles las cuales al corresponder a descriptores diferentes no implican una lectura adversa sobre su validación. Esta interpretación se basa en que los demás reactivos o afirmaciones poseen la valoración de acuerdo o completamente de acuerdo, por lo cual el conjunto de reactivos que conforman el descriptor dan un balance positivo.

6.2 Propuesta final

El presente apartado presenta un recorrido sobre estas, ejemplificando ilustrativamente aquellos cambios realizados en la guía de trabajo (Apéndice 01) y a la planificación (Apéndice 02). Es importante resaltar que las adecuaciones fueron fruto del proceso de mejora continua, el cual abarcó la experiencia vivencial de las implementaciones, el análisis de las respuestas de los estudiantes en las guías de trabajo, las recomendaciones de los académicos guías y las sugerencias de los expertos consultados en la validación.

6.2.1 Cambios en las instrucciones

En la propuesta final se modificó la simbología que indica el tipo de acción que debe realizar el estudiante en cada pregunta, las instrucciones son las siguientes.



Escribir: Se espera que el alumno elabore una respuesta a la pregunta mediante un enunciado escrito.



Dibujar: Se espera que el alumno elabore una respuesta que está compuesta por un esquema o dibujo.

En lo referente a la etapa de contextualización, se agregan dos videos¹ en los cuales se entregan las instrucciones de cómo realizar el calco del dibujo, además la forma correcta de realizar los pliegues en el papel diamante para poder obtener las rectas correctas que nos permitirán realizar las mediciones de ángulos. Esta instrucción se decidió agregar debido a la dificultad de los estudiantes a la hora de realizar los dobleces, debido a los continuos errores que se produjeron y a la constante demanda de un alto número de los estudiantes que pedían ayuda para poder realizarlos.

1. Ver material complementario en el CD-ROM adjunto.

6.2.2 Cambios en las preguntas

La propuesta final se elabora posteriormente a los resultados obtenidos en ambas implementaciones previas y también desde las apreciaciones de los docentes que la ejecutaron al momento de aplicarla en cada uno de los cursos; es por esto, que dichos cambios son elaborados con el objetivo de mejorar, no solo los aprendizajes, sino también las instrucciones y la gestión de la guía. Es por esto que se agrega una numeración a cada una de las preguntas en la guía, con el fin de poder tener una mejor gestión de la actividad por parte del docente y ordenar al estudiante al momento de realizarla; aunado a esto, se realizaron cambios en el orden de preguntas y algunos enunciados.

Las dos primeras preguntas no fueron objetos de cambios significativos, principalmente por la transversalidad en ambas implementaciones de las respuestas dadas por los estudiantes, por lo cual la comparación entre la propuesta final y la última implementada se detalla por medio de ilustraciones, y párrafos aclaratorios.

Pregunta de la segunda propuesta:

En la etapa de exploración se reformula la pregunta 3 como se muestra a continuación.

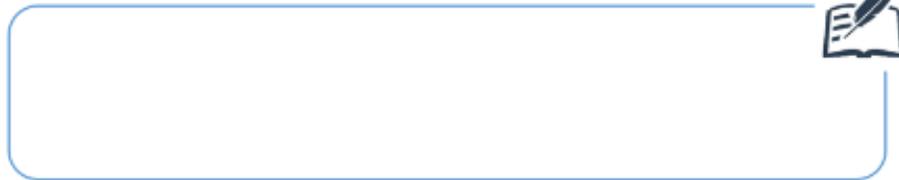
Mide los ángulos que identifiques en tus dibujos: ¿Qué puedes ver en común entre ellos?



Imagen 6.01: Pregunta 3, segunda implementación.

En la propuesta final se propone dividir la pregunta anterior en dos para dar una mayor orientación en lo que se busca, que las respuesta de los estudiantes se aproximen a los indicadores elaborados, es por esto que se pide realizar dos acciones concretas, además se especifica que en la primera pregunta, lo que se busca es encontrar elementos en común con respecto a la medida de los ángulos, debido a que dicha pregunta en la propuesta anterior fue demasiado ambigua para los estudiantes y genero respuestas muy divergentes entre sí.

3. Anota las medidas de los ángulos agudos, y contesta: ¿Qué puedes ver en común entre las medidas de ellos?



4. Especifica características de la recta normal, en tu dibujo.



Imagen 6.02: Pregunta 3 y 4, Instrumento final.

Posteriormente en las siguientes dos preguntas se cambia el orden de estas para brindar a los estudiantes un orden lógico en función a las preguntas anteriores que les permita encontrar la respuesta a la pregunta 6, además se reemplazó la palabra modelo por primer par de ángulos, debido al desconocimiento del significado de esta palabra por parte de los estudiantes que constantemente requerían de la ayuda del profesor para poder responder la pregunta y además no lograban plasmar los dibujos que se buscaban.

A partir de las relaciones anteriores: ¿Crees que estas se repetirán para cualquier reflexión que puedas elegir dentro del juego? Argumenta tu respuesta.



Dibuja por separado los dos pares de ángulos de igual medida que encuentraste

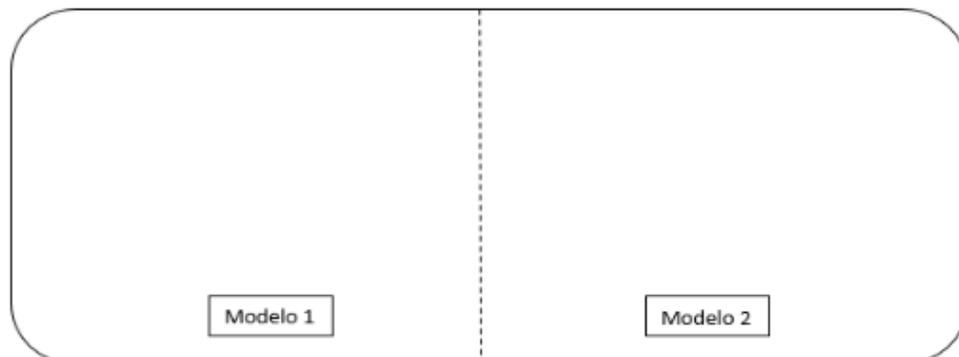
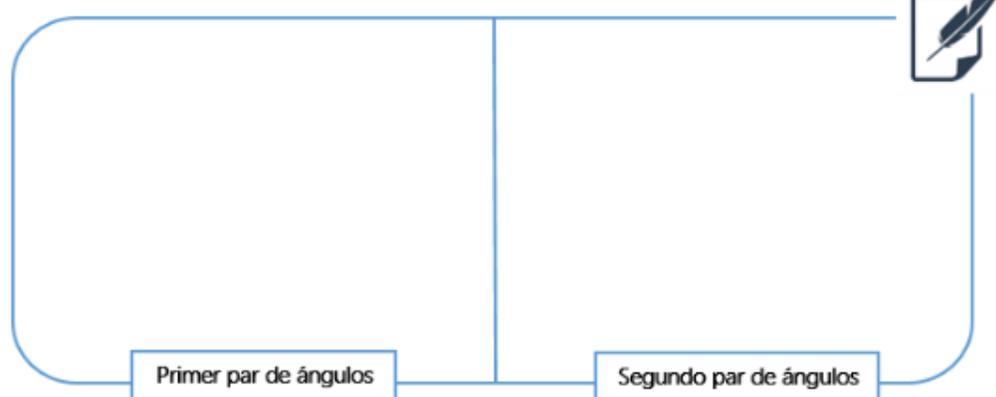


Imagen 6.03: Pregunta 4 y 5, segunda implementación.

5. Dibuja por separado los dos pares de ángulos de igual medida que encuentres, especifica su medida



A large rectangular box with rounded corners, divided into two vertical sections. At the top right corner of the box is an icon of a quill pen writing on a document. Below each section, there is a small rectangular label with a blue border. The left label contains the text "Primer par de ángulos" and the right label contains the text "Segundo par de ángulos".

6. Compara con otra(s) pareja(s) tus dibujos y luego argumenta la veracidad de la siguiente afirmación: "Dos pares de ángulos de igual medida, se repetirán para cualquier reflexión que se genere en el juego".



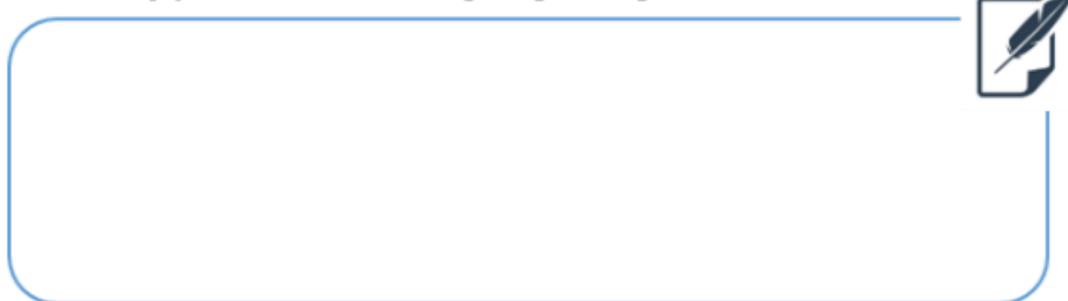
A large rectangular box with rounded corners. At the top right corner of the box is an icon of an open book with a quill pen resting on it.

Imagen 6.04: Pregunta 5 y 6, Instrumento final.

En la segunda fase de la etapa de exploración en la cual los estudiantes trabajan con una figura esférica, las preguntas fueron reformuladas mediante instrucciones más claras con el objetivo de conducirlos a encontrar las respuestas esperadas utilizando preguntas más concretas.

Se agrega la pregunta 7 para que así los estudiantes puedan dibujar el nuevo comportamiento que tiene la luz en este tipo de superficie y a través de esto, puedan construir analogías más fácilmente con respecto a una superficie plana, esta pregunta en parte sustituye a la pregunta 7 de la segunda implementación.

7. Dibuja y anota las medidas de los ángulos agudos de igual medida.



A large rectangular box with rounded corners. At the top right corner of the box is an icon of a quill pen writing on a document.

Imagen 6.05: Pregunta 7, Instrumento final.

La pregunta 8 fue rediseñada para orientar de mejor manera la respuesta de los estudiantes, debido que se cambia el foco de atención desde los pliegues generados en la superficie a la cantidad de ángulos generados por esta superficie, esto se hizo debido a las distintas interpretaciones que realizaron los estudiantes en la segunda implementación lo que llevo a respuestas muy diversas entre ellos.

En uno de los últimos cambios a la parte final de la propuesta, se decide agregar la pregunta 10 que viene a reemplazar la última pregunta de la segunda propuesta. En esta nueva pregunta se mejoran las instrucciones concretas a realizar por los estudiantes y además sirve como complemento para la pregunta 9 debido a que permite generalizar los datos obtenidos tanto para una superficie plana como para una esférica, además se busca que por medio del dibujo los estudiantes logren apropiarse la imagen de la recta que les permite siempre medir el ángulo de reflexión independiente del tipo de superficie que estén estudiando.

10. Selecciona uno de los dos pares de ángulos que dibujaste en la pregunta 5, y dibuja aquel que te permite medir siempre los ángulos en la reflexión sin importar la superficie (especifica en tu dibujo cual es el rayo que incide y el rayo que se refleja).

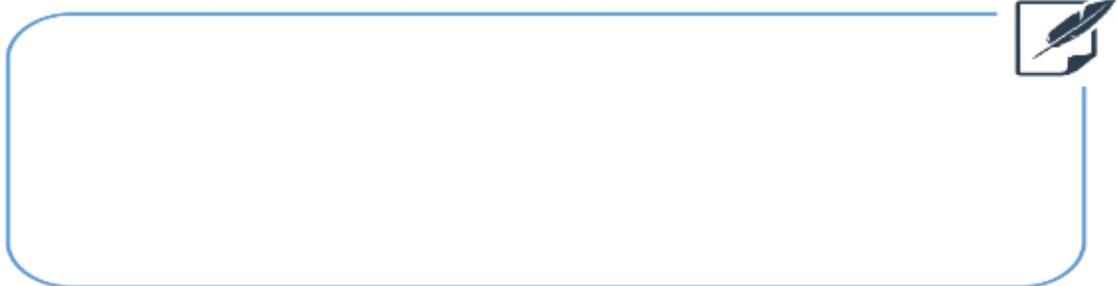
A large, rounded rectangular box with a blue border, intended for drawing. In the top right corner, there is a small icon of a quill pen writing on a document.

Imagen 6.06: Pregunta 10, Instrumento final.

Finalmente a modo de conclusión de la actividad, se agrega una nueva pregunta a modo de concretar el máximo dominio de conocimiento disciplinar que persigue esta propuesta, en la cual los estudiantes deben sintetizar lo aprendido con la propuesta y con sus palabras enunciar la ley de la reflexión de la luz.

11. A partir de tu dibujo anterior enuncia tu primera ley de la reflexión de la luz.

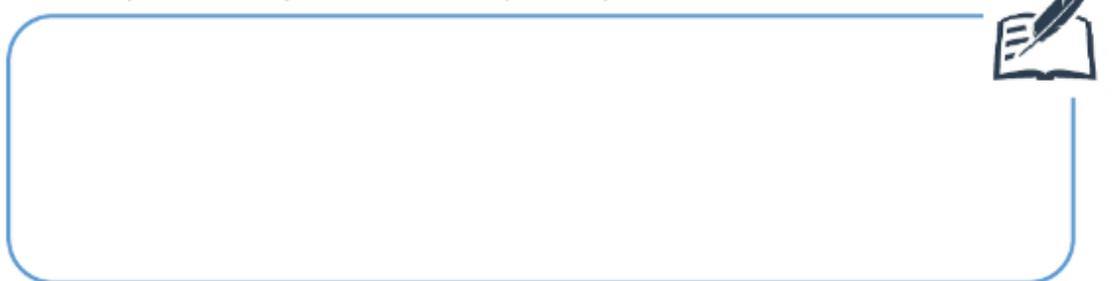
A large, rounded rectangular box with a blue border, intended for writing. In the top right corner, there is a small icon of a quill pen writing on a document.

Imagen 6.07: Pregunta 11, Instrumento final.

Mediante todos los cambios implementados en la tercera propuesta, se busca mejorar los resultados obtenidos en las aplicaciones anteriores y así tener mejores resultados referidos tanto a los dominios de aprendizaje como también las habilidades que desarrollan los estudiantes por medio de esta propuesta.

6.3 Sugerencias al docente

El grueso de la propuesta didáctica está estructurada en el marco de la planificación presentada (Apéndice 01), la cual además de poseer la secuenciación de las actividades, tiene anexado un *set* de sugerencias para los docentes. Estas apuntan a especificar acciones claves que facilitarían la consecución de los objetivos de la clase.

La sugerencia metodológica que encabeza este *set* de lineamientos, es el asegurar las condiciones técnicas necesarias para la clase, primer ámbito que apunta específicamente a tomar como mejor estime conveniente el docente la precaución de que los estudiantes que participarán en su clase instalen, con antelación a esta, la aplicación *Laserbreak Lite* en sus celulares. Algunas alternativas que pueden ser consideradas son:

- Usar la señal inalámbrica de internet del establecimiento educacional, para que los estudiantes descarguen el juego *Laserbreak Lite*.
- Compartir con las estudiantes internet desde el móvil del docente u otro miembro de la comunidad educativa, para la descarga del juego.
- Descargar el juego en su versión de instalación (apk) y compartir este archivo, ya sea por medio de computadores vía cable USB o entre móviles vía *bluetooth*.
- Solicitar que descarguen desde sus hogares la instalación, en el caso de carecer de internet puede sugerirse usar el de un área pública como cafés literarios, bibliotecas, estaciones de metro u otras que existan en el entorno habitual de los estudiantes.

Sin importar el método usado para la descarga e instalación del juego *Laserbreak Lite*, se sugiere verificar que esta funciona correctamente. Debido a las posibles limitantes que se puedan presentar, es que la sugerencia indica que este proceso sea efectuado en la semana previa a la clase. Resaltamos finalmente que el contexto nacional presenta un marco amplio de redes de internet y masividad de la telefonía móvil, por lo cual a pesar de todas las especificaciones dadas, no debiese presentar un obstáculo significativo la instalación del juego; aunado esto a la

motivación intrínseca de los estudiantes al acto de jugar, hará buscar a estos, la forma de hacer más expedito este proceso.

En lo referente al desarrollo de la clase, se presentan cuatro sugerencias que dinamicen la consecución de los objetivos, estas son:

1. Verificar el cumplimiento de las consignas: durante las implementaciones realizadas en el proceso de construcción y mejoramiento de la propuesta, se evidencio que los estudiantes presentan disimiles niveles de entendimiento de las instrucciones dadas, es por esto que se sugiere a docente que gestione las dudas de los estudiantes y ponga énfasis en guiar los procesos relacionados a dibujar.
2. Proyectar un vídeo explicativo de las instrucciones: En la misma línea anterior, se sugiere al docente mediar la clase con un material audio visual que muestre los pasos a seguir al momento de calcar y plegar; a pesar de no ser un elemento invalidante el no proyectar el vídeo, se sugiere realizarlo para agilizar la clase y no exceder el tiempo de la misma.
3. Resaltar el error en las mediciones: se recomienda al profesor explicar que las mediciones presentan márgenes de error, los cuales pueden acrecentarse, destacando que el error humano es uno de los que condicionan las mediciones. Además se sugiere puntualizar que las mediciones que difieran en pocos grados podría deberse a este tipo de errores.
4. Poseer un amplio dominio del juego *Laserbreak Lite*: La última recomendación dada al profesor es dedicarle tiempo al juego. pasando varios niveles del mismo; esto para obtener un bagaje de nociones intuitivas de cómo superar los niveles, pues los estudiantes (según se evidencio en las experiencias), solicitan ayudas puntuales, las que no se limitan a alguna etapa en específico y responden más bien a las diferencias propias de cada uno.

El grupo de sugerencias presentadas, apuntan a todos los factores condicionantes que se observaron en ambas implementaciones, y debiesen optimizar los tiempos de la clase, así como permitir al docente focalizar su atención al aprendizaje de los estudiantes, más que a elementos procedimentales.

Conclusiones

El aprendizaje basado en juegos digitales es una multifacética herramienta para la labor docente, que conjuga la motivación intrínseca de la actividad lúdica de los juegos y aplicaciones de entretenimiento con elementos propios de las tecnologías de la información y la comunicación. Sobre esta base, y producto tanto de la masividad de la telefonía móvil de última generación, como de la popularidad de los juegos digitales en un amplio rango etario, en particular de los adolescentes que cursan la enseñanza media, profesionales de la educación están explorando e implementando nuevas metodologías de enseñanza que incluyan este tipo de recursos.

En este marco, el presente trabajo de seminario presenta una primera aproximación de la utilización de juegos digitales, no diseñados con fines educativos, como un medio de enseñanza al contenido referido a la reflexión de la luz en primer año de educación media, materializando esta iniciativa en una propuesta didáctica que contempla la planificación de la clase a realizar y una guía de trabajo, como instrumento que operacionaliza las actividades y el uso del juego *Laserbreak Lite* dentro del aula; lo cual termina dando cuenta del cumplimiento del primer objetivo específico propuesto para este seminario, el que especifica el diseño de una propuesta con estas características.

La propuesta metodológica se alinea a la tendencia nacional e internacional de integrar en los procesos educativos las TIC, a la vez posee el *plus* de utilizar elementos tecnológicos que están a disposición de los estudiantes, no requiriendo peticiones de inversión a ningún miembro de la comunidad educativa. Hecho que además conjuga, que no es necesario invertir tiempo en la programación ni elaboración del juego, por ser este una aplicación de entretenimiento de carácter gratuito que puede descargarse desde plataformas como Google Play y Applestore.

La secuencia de implementaciones formaron parte de un plan de mejora continua de la propuesta, en donde la experiencia y retroalimentación obtenida a partir de las respuestas, que los estudiantes plasmaron en la guía de trabajo, permitieron identificar a través de descriptores los conocimientos disciplinares referidos a la reflexión de la luz, esto se evidenció por medio de una escala de dominios de aprendizaje.

A título ilustrativo, en la primera implementación las respuestas impresas en las guías dan cuenta del logro de tres dominios cognitivos, de los cuales se desprende que los estudiantes son capaces de describir la reflexión del haz de luz que emite el láser (Dominio 1), identificar pares de ángulos de igual medida cuando la reflexión ocurre en superficies planas (Dominio 2) o curvas (Dominio 3), pudiendo también en este último caso señalar la recta normal, como la recta de referencia

para la medida de los ángulos. El cuarto dominio no se evidencia en las guías de trabajo lo cual llevo a realizar adecuaciones a este instrumento y la planificación.

Debe señalarse, que en las guías de la segunda implementación se presentan los tres dominios de aprendizaje ya descritos, más un nuevo nivel cognitivo, siendo este la capacidad de generalizar en la reflexión que los ángulos de igual tamaño están medidos respecto de la recta normal (Dominio 4). Así se desprende que en ambas propuestas se movilizan aprendizajes de distinto nivel cognitivo, resaltándose que en la segunda implementación los aprendizajes reflejados tienden a situarse en niveles de pensamiento más complejo, tales como análisis y síntesis. Mediante esta revisión se da respuesta a la pregunta de investigación que apuntaba a la identificación de los dominios de aprendizaje que se ven potenciados con la implementación del juego *Laserbreak Lite*, pues los resultados reflejan que los estudiantes que participaron en el estudio se enmarcaron en distintos dominios, lo que responde a los diferentes ritmos de aprendizaje.

Todas las observaciones anteriores, permiten afirmar a partir de las dos implementaciones realizadas, que se evidencia una movilidad de dominios cognitivos al aplicar en el aula la segunda propuesta, lo cual apunta que existe una plusvalía en los aprendizaje que evidencio el segundo grupo de estudiantes. Asimismo esta caracterización, permitió dar alcance al segundo objetivo específico del trabajo de seminario, al identificar y detallar los conocimientos disciplinarios asociados a la reflexión de la luz por medio del contraste entre dominios.

Un valor agregado que se evidencia en ambas implementaciones es que la guía de trabajo se adecua a los ritmos de aprendizajes de los estudiantes; gran parte de los juegos digitales poseen esta característica, por la constante retroalimentación que entregan. No obstante, puntualizamos que son las actividades articuladas en la guía, las que permiten al estudiante progresar de una forma no lineal, pudiendo darse el caso de no encontrar en primera instancia las respuestas más idóneas para cada consigna o pregunta, pero logrando alcanzar el dominio de aprendizaje en pasos o secuencias de actividades posteriores.

El aprendizaje mediado por TIC y centrado en el enfoque constructivista, conlleva que los estudiantes sean partícipes de la construcción de sus aprendizajes, movilizandoo en este proceso las capacidades que poseen y dando espacio al desarrollo de nuevas habilidades. En este sentido, la enseñanza de las ciencias, debe apuntar a generar un puente para potenciar habilidades científicas en los estudiantes, siendo el propio currículum nacional que expone como objetivos de aprendizaje una serie de estas habilidades. Circunscrito a esta dimensión, el tercer objetivo específico del presente trabajo de seminario apunta a la identificación de las mismas,

enfocándose principalmente en aquellas referidas a la descripción, organización de datos y creación de modelos.

La caracterización de habilidades genéricas, sean científicas o transversales, como la comprensión lectora, la argumentación u otras, está enmarcada en las acciones que realizan los estudiantes, las cuales evidencian en parte el desarrollo de las mismas, es por esto que las Bases Curriculares entregan una serie de Indicadores de Evaluación, los cuales son desempeños observables que los estudiantes realizan. El presente trabajo de seminario identificó el grado de desarrollo de las habilidades científicas, por medio de los Indicadores de Evaluación.

La revisión de las respuestas expresadas en la guía reflejó que la habilidad científica referida a la observación y descripción (OA a), es evidenciada de forma equitativa entre ambos grupos; las otras habilidades presentan resultados distintos, pues aquella referida al OA h, organización y presentación de datos, tiende a presentar un mayor número de indicadores en la segunda implementación. Mientras que el OA i es escasamente evidenciado en la primera implementación, no obstante luego de las adecuaciones realizadas al instrumento se obtiene una mayor presencia de los indicadores referidos a esta habilidad científica, potenciado en parte por dar instrucciones más focalizadas y explícitas como dibujar y medir en la guía de trabajo.

Entre los factores que incidieron en estos resultados, destaca el cambio metodológico entre ambas implementaciones, principalmente las modificaciones realizadas en la guía y el trabajo en parejas. En lo que respecta a las adecuaciones a la propuesta pedagógica, se evidencia que la inclusión de un material concreto para la medición de los ángulos, en las actividades articuladas por el juego *Laserbreak Lite*, tiende a mejoras en las habilidades científicas de organización y presentación de datos, además de las referidas a la creación y adecuación de modelos. La caracterización de los indicadores de evaluación referidos a cada habilidad científica y la cuantificación de los mismos permiten afirmar el cumplimiento del tercer objetivo específico, al dar una idea del grado en que la habilidad es desarrollada a lo largo de la propuesta.

Uno de los componentes constitutivos del presente seminario, apuntó al estudio de la relación entre los dominios de aprendizaje y las habilidades científicas ya referidas, la investigación en esta área se realizó mediante un análisis correlacional entre estas variables. Esto pondría a prueba la idea inicial que los estudiantes con un mayor grado de habilidad, representada por el número de indicadores, debiesen reflejar un dominio de aprendizaje más cercano al conocimiento disciplinar referido al modelo geométrico de la reflexión de la luz. Sin perjuicio de lo anterior, el principal objeto de este análisis se enmarcaba bajo los lineamientos principales del trabajo de seminario, es decir, la producción de una propuesta didáctica.

El análisis correlacional en ambas implementaciones ilustra que la habilidad referida a la observación y descripción (OA a) posee una correlación baja con el dominio de aprendizaje que los estudiantes evidencian en la guía, explicando entre un 20% a un 38% el nivel cognitivo reflejado en este instrumento. Por su parte este mismo análisis muestra que la habilidad científica que engloba la organización y presentación de datos (OA h) se correlaciona moderadamente con el dominio cognitivo, lo que permitiría explicar entre un 46% a 56% de estos resultados de aprendizaje. Así, estos resultados reflejan que las habilidades poseen una correlación positiva con los dominios de aprendizaje, lo cual ha permitido contrastar que estas no obstaculizan la consecución del conocimiento disciplinar, por lo cual incentivar su movilización se circunscribe como una pieza más de la propuesta didáctica.

Aunado a la consecución de conocimientos, el desarrollo y puesta en práctica de habilidades por parte de los estudiantes, el aprendizaje basado en juego digitales resalta otros aspectos que son favorecidos por las practicas alineadas en este enfoque, siendo la motivación intrínseca uno de ellos. Las formas de aproximarse a esta dimensión son múltiples, aunque las principales refieren al cambio actitudinal de los estudiantes, esta línea la teoría de la experiencia de flujo entrega una serie de descriptores actitudinales a considerar en la caracterización de este estado, sobre esta base de ideas se apuntó a identificar estos elementos en la segunda implementación por medio de una encuesta de apreciación, la cual además permitirá un enfoque más técnico sobre las impresiones plasmada en el grupo de investigadores, tales como la positiva acogida y activa participación de los estudiantes participes de esta propuesta metodológica

Habida cuenta de la perspectiva teórica/practica que rescata la escala de apreciación, se desprende de su implementación principalmente algunos datos de interés, como por ejemplo el indicador de la alegría, en la cual un 94% de las opiniones vertidas, manifiesta haber sentido esta sensación al momento de realizar la clase. Estadística de relevancia a la hora de querer revertir actitudes frente al estudio de las ciencias, y que se relaciona estrechamente con la motivación intrínseca; adicionalmente el cambio de actitud que experimento el grupo curso que también se ve reflejado en la escala de apreciación. Toda la evidencia obtenida mediante este instrumento indica que este tipo de actividades promueve un cambio en diferentes ámbitos por parte de los estudiantes lo cual puede ser estudiado a profundidad en diversos grupos en una futura investigación y poder cuantificar los cambios al momento de aprender ciencia por medio de esta metodología.

La secuencia de aproximaciones metodológicas realizadas en ambas implementaciones han permitido secuenciar de mejor manera las preguntas y consignas de la guía de trabajo, llevando a presentar una propuesta refinada en sus aspectos metodológicos, de esta experiencia también se desprende las sugerencias realizadas al docente como puntualizar el cumplimiento de las

consignas, introducir la medición resaltando el error humano, poseer un amplio dominio del juego *Laserbreak Lite*, proyectar un vídeo donde se explique los pasos de calcar y plegar. Dando así cumplimiento con el cuarto y último objetivo específico, que apuntaba a entregar este tipo de orientaciones pedagógicas.

En lo tocante a la validación de expertos, se evidenció una apreciación positiva al grueso de los descriptores que la encuesta presentaba, estando en la gran mayoría de los reactivos (afirmaciones) de acuerdo o completamente de acuerdo con lo que estos expresaban. Igualmente la aplicación de este instrumento de validación entregó una última retroalimentación a la propuesta, la cual provino de las opiniones expresadas por cada uno de los académicos consultados, que terminaron por precisar y reformular una de las preguntas de la guía.

Recapitulando, se tiene que las experiencias de ambas implementaciones, tanto la retroalimentación de los académicos que siguieron el proceso del presente seminario, como las opiniones de los expertos que validaron el instrumento, permitieron entrelazar, reordenar y secuenciar las actividades, preguntas y consignas de la guía de trabajo. Esto dio el espacio para el cumplimiento del objetivo general propuesto, el cual era diseñar, para los estudiantes de la asignatura de física de primer año de educación media, una propuesta pedagógica para la enseñanza exploratoria de la reflexión de la luz mediante el uso del juego *Laserbreak Lite*. La cual además posee como valor agregado el antecedente de las dos primeras implementaciones realizadas, que terminan dando las primeras evidencias de la posibilidad concreta de mediar la enseñanza de la reflexión de la luz por medio del aprendizaje basado en juegos digitales.

Proyecciones de la Investigación

El presente trabajo de seminario apunta a dar una alternativa para la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación dentro del ámbito educacional, rescatando el componente lúdico de las aplicaciones digitales de entretenimiento. Así, se toma los juegos digitales como principal articulador de actividades relacionadas a la enseñanza del fenómeno lumínico de la reflexión, promoviendo la motivación intrínseca hacia los aprendizajes. Por lo cual la importancia pedagógica de la propuesta radica en movilizar simultáneamente elementos actitudinales y habilidades en la consecución de un aprendizaje activo y contextualizado.

El proceso en que se enmarcó este trabajo, permitió realizar aproximaciones a una temática de estudio escasamente explorada en el contexto educacional, de esta forma uno de los valores de la presente tesis de grado radica en ser uno de los primeros precedentes nacionales en evidenciar la posibilidad real de mediar la enseñanza de la reflexión de la luz por medio del aprendizaje basado en juegos digitales que no hayan sido diseñados con fines educativos. En lo referente a las variables estudiadas el valor de la investigación radica en caracterizar la relación entre estas, poniendo a disposición de los pares la evidencia que las correlaciones entre el dominio de aprendizaje y las habilidades científicas de observar-describir y organizar-presentar datos es positiva, y por tanto presentan una alternativa, aunque baja tendiendo a moderada, de potenciar el aprendizaje del fenómeno lumínico de la reflexión.

En concordancia con lo expresado, al ser este trabajo de seminario un primer acercamiento a la aplicación de juegos digitales de carácter no educativos al aula, específicamente en la enseñanza del modelo geométrico de la reflexión de la luz, se desprenden variadas interrogantes que pueden ser objeto de investigaciones futuras.

Una de las primeras líneas investigativas que se abren, es la profundización de la correlación entre las habilidades científicas y conocimientos disciplinares, de forma de definir qué grupo de habilidades potencia aprendizajes específicos. Así, podría el investigador tomar otras habilidades científicas y analizar la correlación que se obtiene al implementar la presente propuesta didáctica, u optar por el estudio y caracterización de las mismas habilidades en muestras de mayor número, o en estudiantes de distintos sectores socioeconómicos, pudiendo ratificar o falsear los tipos de habilidades que se relacionan con ciertos contenidos. Lo cual, entregaría importantes conclusiones sobre estas correlaciones, permitiendo crear futuras unidades didácticas mejor estructuradas en función de las habilidades y conocimientos que se buscan desarrollar.

En lo referente a estudios centrados en generar elementos más concretos para la labor docente, se puede ampliar la línea investigativa de esta primera propuesta didáctica a más clases, siendo

interesante la creación de una unidad basada en la utilización de juegos digitales en el aula. De esta forma el investigador podrá analizar en profundidad los conocimientos logrados y habilidades movilizadas por los estudiantes, caracterizando el desarrollo de las mismas. En esta línea de estudio se podrá además documentar cambios actitudinales de los estudiantes en relación con la asignatura, objetivo relacionado siempre a este tipo de propuestas que incentivan la motivación intrínseca, así la propuesta puede incluir elementos propios de la presente tesis de grado, anexando nuevos instrumentos que complementan la unidad.

Una última línea de investigación apuntaría a la identificación y caracterización de juegos digitales que permitan mediar el aprendizaje de los conceptos físicos contenidos en el currículo nacional. A través de este estudio descriptivo el investigador facilitará la labor docente al dar una lista de posibles juegos candidatos para sus actividades de aula, por lo cual la descripción de los mismos detallando las fortalezas y limitaciones que presentes serían un elemento clave en este tipo de investigación.

Las características de las líneas de investigación descritas poseen implicancias teóricas y prácticas dentro de la labor docente, por lo cual presentarían un apoyo significativo a la construcción del conocimiento en esta disciplina.

Referencias Bibliográficas

- Adams, D. M., y Clark, D. B. (2014). Integrating self-explanation functionality into a complex game environment: Keeping gaming in motion. *Computers & Education*, 73, 149-159.
- Agencia de Calidad de la Educación. (2013). *Informe Nacional de Resultados SIMCE 2012*. Santiago. Chile.
- Alvarez, C., Brown, C., y Nussbaum, M. (2011). Comparative study of netbooks and tablet PCs for fostering face-to-face collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 834-844.
- Amigo, J.F., y Gairín Sallán, J. (2008). *Utilización de material didáctico con recursos de ajedrez para la enseñanza de las matemáticas*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Annetta, L. A., Cheng, M. T., y Holmes, S. (2010). Assessing twenty-first century skills through a teacher created video game for high school biology students. *Research in Science & Technological Education*, 28(2), 101-114.
- Aquino-Acevedo, Z. (2007). El aprendizaje de las matemáticas en segundo grado de primaria por medio de dispositivos móviles. *Bachelor Thesis, Ingeniería en Computación, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León*.
- Arrascue, L., Bermejo, M. H., Parasi, V., Pérez, B., Rojas, C., y Villalta, R. (2012). *¿Podrá el uso de Game Based Learning o Aprendizaje Basado en Juegos mejorar el rendimiento académico en los alumnos de curso de Nivelación de Física?* (Doctoral dissertation, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas-UPC. Escuela de Postgrado).
- Ash, K. (2011). Digital gaming goes academic. *Education Week*, 30(25).
- Azevedo, A., Ribeiro, L., Vieira, E., Ferreira Filho, R. G., y A Timm, M. (2009). Quimgame: jogo educacional para estudar química orgânica. In *VIII Brazilian symposium on games and digital entertainment* (pp. 8-10).
- Barrios Jorquera, E. A. (2012). *A Structured Methodology for the Design of Games for the Conceptual Understanding of Physics* (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica de Chile).
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla

- Bossolasco, M. L., Enrico, R. J., Casanova, B. A., y Enrico, E. E. (2015). Kokori, un Serious Game. La perspectiva de los estudiantes ante una propuesta de aprendizaje innovadora. *Revista de Educación a Distancia*, (45).
- Bransford, J. D., Brown, A. L., y Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Brougere, G. (1998). *Jogo e educação*. Artmed editora.
- Brown, J. S., Collins, A., y Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Bruner, J. (1983). Juego, pensamiento y lenguaje. *Revista In-fan-cia Educar de 0 a, 6(6)*, 4-10.
- Cabezas, L., Gajardo, J., Herrera M., y Moncada F. (2010). *Guía Didáctica del Docente, Física 1°Medio*. Santiago: Santillana del Pacífico S.A.
- Cabero, J., y Llorente, M. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Eduweb*, 7(2), 11-22.
- Carrillo, C., Mariño, S. I., y López, M. V. (2008). Software interactivo para el aprendizaje de números pseudoaleatorios y pruebas de hipótesis (SIANP). In *XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.
- Carr, D. N., Bossomaier, T., y Lodge, K. (2007). Designing a computer game to teach Einstein's Theory of Relativity. In *Computer Graphics, Imaging and Visualisation, 2007. CGIV'07* (pp. 109-114). IEEE.
- Carr, D. N., y Bossomaier, T. (2011). Relativity in a rock field: A study of physics learning with a computer game. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(6).
- Carr, J. M. (2012). Does math achievement h'APP'en when iPads and game-based learning are incorporated into fifth-grade mathematics instruction. *Journal of Information Technology Education: Research*, 11(1), 269-286.
- Cedeño Tapia, V. J., y Iñaguazo Macas, C. J. (2015). Aplicación móvil para el fortalecimiento del aprendizaje en el área de matemática para séptimo año de educación general básica.
- CEPPE. (2012). Primer censo de Informática Educativa: radiografía TIC de los establecimientos educacionales del país. *Centro de Estudios de Políticas y Prácticas en Educación*, n. 10.
- Chen, H., Wigand, R. T., y Nilan, M. S. (1999). Optimal experience of web activities. *Computers in human behavior*, 15(5), 585-608.

- Cifuentes, G., y Cerda, C. (2013). Distancia entre percepción de uso de TIC y uso efectivo de campus virtual en académicos formadores de profesores. *Revista educación y tecnología*, (3), 46-60.
- Cobb, P., y Bowers, J (1999). Cognitive and Situated Learning Perspectives in Theory and Practice. *Educational researcher*, 28(2), 4-15.
- Craig, G. J., y Baucum, D. (2009). *Desarrollo psicológico*. México: Pearson educación. Novena edición.
- Denis, G., y Jouvelot, P. (2005). Motivation-driven educational game design: applying best practices to music education. In *Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology* (pp. 462-465). ACM.
- Derry, S., Levin, J. R., y Schauble, L. (1995). Stimulating statistical thinking through situated simulations. *Teaching of Psychology*, 22(1), 51-56.
- Díaz Barriga Arceo, F., y Hernández Rojas, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. 2ª. ed.) México: McGraw Hill.
- Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2), 105-117.
- Díaz, N. (22 de marzo de 2014). Tecnología Chile, un país de videojuegos. *La Tercera*.
- Din, F. S., y Caleo, J. (2000). Playing Computer Games Versus Better Learning.
- Echeverría, A. (2012). *Implementation and Classroom Integration of a Collaborative Videogame to Support Teaching Electrostatics Conceptually* (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica de Chile).
- Education and Science, Department of, y Plowden, B. B. H. P. (1967). *Children and Their Primary Schools: A Report. Research and Surveys*. HM Stationery Office.
- Enlaces. (2013). *Informe final "Sistema de Medición del Desarrollo Digital de los Establecimientos Educativos"*. Ministerio de Educación. Santiago.
- Espinoza O. (2014). *Lectura crítica de los cambios recientes al currículum nacional. Notas para Educación, N°18*. Centro de estudios de políticas y prácticas en educación.
- Finneran, C. M., y Zhang, P. (2003). A person–artefact–task (PAT) model of flow antecedents in computer-mediated environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(4), 475-496.

- Fisch, S. M. (2005). Making educational computer games educational. In *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children* (pp. 56-61). ACM.
- Foss, B. A., y Eikaas, T. I. (2006). Game Play in Engineering Education - Concept and Experimental Results. *International Journal of Engineering Education*, 22(5), 1043-1052.
- Fuentes, C. N. (2008). El componente lúdico en las clases de ELE. MarcoELE: *Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera*, (7), 6.
- Garvey, C. (1985). *El juego infantil* (Vol. 7). Madrid: Ediciones Morata.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 20-20.
- Gee, J. P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Archidona: Ediciones Aljibe.
- Gillispie, L., Martin, F., y Parker, M. A. (2010). Effects of a 3-D video game on middle school student achievement and attitude in mathematics. *Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 4(1), 68-81.
- González, C. S., y Blanco, F. (2008). Emociones con videojuegos: incrementando la motivación para el aprendizaje. *Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en La Sociedad de la Información.*, 72.
- Granic, I., Lobel, A., y Engels, R. C. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychologist*, 69(1), 66.
- Gros, B., y Noguera, I. (2013) Mirando el futuro: Evolución de las tendencias tecnopedagógicas en Educación Superior. *Campus virtuales*, 2(2), 130-140.
- Guardián A. (2001). Arqueología de un juego: la Célula. Microcosmos de Vida. *Actualidades Investigativas en Educación*, 1(2), 3.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación. Cuarta edición*. México.
- Hoffman, D. L., y Novak, T. P. (1996). Marketing in hypermedia computer-mediated environments: Conceptual foundations. *The Journal of Marketing*, 50-68.
- Honey, M. A., y Hilton, M. (2011). *Learning science through computer games and simulations*. National Academies Press.

- Jariego, R. L., y López, M. J. L. (2003). Los adolescentes y los videojuegos. *Apuntes de psicología*, 21(1), 5.
- Jowett, S., y Sylva, K. (1986). Does kind of pre-school matter?. *Educational research*, 28(1), 21-31.
- Kazemi, F., Yektayar, M., y Abad, A. M. B. (2012). Investigation the impact of chess play on developing meta-cognitive ability and math problem-solving power of students at different levels of education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 32, 372-379.
- Ke, F., y Grabowski, B. (2007). Gameplaying for maths learning: cooperative or not?. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 249-259.
- Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. *Handbook of research on effective electronic gaming in education*, 1, 1-32.
- Keller, S. M. (1992). Children and the Nintendo.
- Kennedy, D. (2007). *Redactar y utilizar resultados de aprendizaje, un manual práctico*. Irlanda: University College Cork.
- Kerlinger, F. N. y Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento*. México: McGraw-Hill.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24.
- Klawe, M. (1999). Computer games, education and interfaces: The E-GEMS project. In *Graphics Interface* (pp. 36-39).
- Kohler, C. (2005). *Power-up: How Japanese Video Games Gave the World an Extra Life*. Pearson Education.
- Kolovou, A., y Heuvel-Panhuizen, M. V. D. (2010). Online game-generated feedback as a way to support early algebraic reasoning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 20(2), 224-238.
- Kovacic, D. M. (2012). Ajedrez en las escuelas. Una buena movida. *PSIENCIA. Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 4(1).
- Lee, C. M. (1990). *The growth and development of children*. Longman Publishing Group.

- Lee, C. Y., y Chen, M. P. (2009). A computer game as a context for non-routine mathematical problem solving: The effects of type of question prompt and level of prior knowledge. *Computers & Education*, 52(3), 530-542.
- Legeren B. (2014). AL-KIMIA: Aprender química a través de la Gamificación de su historia.
- Light, D., Manso, M., y Rodríguez, C. (2010). Encuesta internacional para docentes sobre el uso de la tecnología para la enseñanza: resultados preliminares de América Latina. In *Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*. Santiago de Chile.
- Ma, X., y Wilkins, J. L. (2002). The Development of Science Achievement in Middle and High School Individual Differences and School Effects. *Evaluation review*, 26(4), 395-417.
- Manríquez Pantoja, L. (2014). Algunos códigos curriculares de la actual enseñanza básica chilena. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 40(2), 427-440.
- Marcet, A., y Albarrán, C. (1998). *Manual de óptica geométrica (Vol. 27)*. Universitat de València.
- McClarty, K. L., Orr, A., Frey, P. M., Dolan, R. P., Vassileva, V., y McVay, A. (2012). A literature review of gaming in education. *Gaming in education*.
- McMillan, J. H., y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa una introducción conceptual*. Pearson educación.
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., y Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games. TEEM (Teachers evaluating educational multimedia)*, Cambridge.
- Mertens, D. M. (2015). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. California: Sage publications.
- MINEDUC. (2004). *Física Programa de Estudio, Primer Año Medio, Formación General Educación Media. Unidad de Currículum y Evaluación MINEDUC*. Santiago.
- MINEDUC. (2005). *Marco Curricular de la Educación Media Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media*. Santiago.
- MINEDUC. (2009). *Marco de Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de Educación Básica y Media. Actualización 2009*. Santiago.
- MINEDUC (2010). *Resumen de resultados PISA 2009, Chile*. Unidad de currículum y evaluación (Ed).
- MINEDUC. (2011). *Física Programa de Estudio para Primer Año Medio. Unidad de Currículum y Evaluación MINEDUC*. Santiago.

- MINEDUC. (2012). *Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía en Educación Media*. Santiago: MINEDUC.
- MINEDUC. (2013). *Bases Curriculares 7° y 8° Básico - 1° y 2° Medio. Unidad de Currículum y Evaluación MINEDUC*. Santiago.
- MINEDUC. (2015). *Análisis de indicadores educativos de Chile y la OCDE en el contexto de la Reforma Educativa. Serie Evidencias N° 31*. Centro de Estudios MINEDUC.
- MINEDUC (2016). *Docentes en Chile: Conocimiento y Uso de las TIC 2014. Serie Evidencias N°32*. Centro de Estudios MINEDUC.
- Montañés, J., Parra, M., Sánchez, T., López, R., Latorre, J. M., Blanc, P., Sánchez, M. J., Serrano, J.P., y Turégano, P. (2000). El juego en el medio escolar. *Revista ensayos*, 15, 241-270.
- Montero, G., y León, O. (2005). Sistema de clasificación del método en los informes de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5(1), 115-127.
- Morales Corral, E. (2009). El uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en educación primaria y teoría de la comunicación. *Diálogos de la comunicación*, 80.
- Niemeyer, B. (2006). El aprendizaje situado: una oportunidad para escapar del enfoque del déficit. *Revista de educación*, (341), 99-122.
- Nussbaum, M., Susaeta, H., Jimenez, F., Gajardo, I., Andreu, J. J., Villalta, M., y Nordlinger, J. (2009). Classroom multiplayer presential games. *International Workshop on Technology for Education (T4E)* (pp. 32-35). IEEE.
- Nussbaum, M., Gomez, F., Mena, J., Imbarack, P., Torres, A., Singer, M., y Mora, M. E. (2010). *Technology-supported face-to-face small group collaborative formative assessment and its integration in the classroom. Innovations in Educational Psychology: Perspectives on Learning, Teaching and Human Development*, 295-323.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2010). *PISA 2009 assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. OECD.
- OECD (2011). *PISA 2009 Results: Students on Line: Digital Technologies and Performance (Volume VI)*.

- OECD. (2014). Resultados de PISA 2012 en Foco: Lo que los alumnos saben a los 15 años de edad y lo que pueden hacer con lo que saben.
- Ozcelik, E., Cagiltay, N. E., y Ozcelik, N. S. (2013). The effect of uncertainty on learning in game-like environments. *Computers & Education*, 67, 12-20.
- Paras, B., y Bizzocchi, J. (2005). *Game, motivation, and effective learning: An integrated model for educational game design*. Proceedings of DIGRA.
- Perrotta, C., Featherstone, G., Aston, H., y Houghton, E. (2013). *Game-based learning: Latest evidence and future directions*. Slough: NFER.
- Piaget, J. (1978). La equilibración de las estructuras cognitivas: problema central del desarrollo.
- Pivec, M., Dziabenko, O., y Schinnerl, I. (2003, July). Aspects of game-based learning. In *3rd International Conference on Knowledge Management, Graz, Austria* (pp. 216-225).
- Riconscente, M. M. (2013). Results from a controlled study of the iPad fractions game Motion Math. *Games and Culture*, 8(4), 186-214.
- Rieber, L. P. (1996). Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games. *Educational Technology Research & Development*, 44(2), 43-58.
- Rodríguez, J. (1997). *Fundamentos de óptica geométrica*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Rodríguez Lamas, R., García Vega, M., Dalia, G. C. O., y Pigueiran, D. S. A. (2000). *Introducción a la informática educativa*. Universidad de Pinar del Rio, Cuba.
- Romero, M. (2015). Work, Games and Lifelong Learning in the 21st Century. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 115-121.
- Salvador Sánchez, J., y Suñé Torrents, A. (2015). Aprendizaje basado en juegos: el ajedrez como método de aprendizaje de la estrategia empresarial. *Universitat Politècnica de Catalunya*.
- Sánchez, J., Iriarte, P., y Méndez, M. (1999). Construyendo y aprendiendo con el computador. In Integración de medios interactivos para la capacitación de profesores en informática educativa. *VIII Congreso Nacional de Informática Educativa. Universidad del Bio* (pp. 25-36).
- Sánchez, J., Sáenz, M., Muñoz, M., Ramirez, G., y Martín, S. (2009). SOLITE: Situación actual del m-learning. Primer Informe Público.

- Sandoval Magalhaes, R. W. (2010). La Educación Física y el juego. *Investigación Educativa*, 14(26), 105-112.
- Sarlé, P. M. (2006). *Enseñar el juego y jugar la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós.
- Sarlé, P. (2008). *Enseñar en clave de juego*. Noveduc Libros.
- Sebastia, J. M. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 161-169.
- Shapiro, J., SalenTekinbaş, K., Schwartz, K., y Darvasi, P. (2014). MindShift Guide To Digital Games+ Learning.
- Simpson, R. D. y Oliver, J. S. (1990). A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. *Science education*, 74(1), 1-18.
- Skadberg, Y. X., y Kimmel, J. R. (2004). Visitors' flow experience while browsing a Web site: its measurement, contributing factors and consequences. *Computers in human behavior*, 20(3), 403-422.
- Squire, K. (2002). Cultural framing of computer/video games. *Game studies*, 2(1), 1-13.
- Squire, K. (2003). Video games in education. *Int. J. Intell. Games & Simulation*, 2(1), 49-62.
- Squire, K., Barnett, M., Grant, J. M., y Higginbotham, T. (2004). *Electromagnetism supercharged!: learning physics with digital simulation games*. In *Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences* (pp. 513-520). International Society of the Learning Sciences.
- Sweetser, P., y Wyeth, P. (2005). GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 3(3), 3-3.
- Tarride, M. (1995). Complejidad y sistemas complejos. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 46-66.
- Thiagarajan, S. (1998). The Myths and Realities of Simulations in Performance Technology. *Educational Technology*, 38(5), 35-41.
- UNESCO. (1980). El niño y el juego. Planteamientos teóricos y aplicaciones pedagógicas.
- UNICEF. (2004). *Deporte, recreación y juego*. UNICEF.
- Utkin, L. V. (2006). A method for processing the unreliable expert judgments about parameters of probability distributions. *European Journal of Operational Research*, 175(1), 385-398.

- Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE review*, 41(2), 16.
- Vygotsky, L. S. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. M. Cole (Ed.). Barcelona: Crítica.
- Webster, J., Trevino, L. K., y Ryan, L. (1993). The dimensionality and correlates of flow in human-computer interactions. *Computers in human behavior*, 9(4), 411-426.
- Wenglinsky, H. (2005). *Using technology wisely: The keys to success in schools*. Teachers College Press.
- Whalen, S. P., y Csikszentmihalyi, M. (1991). Putting Flow Theory into Educational Practice: The Key School's Flow Activities Room. Report to the Benton Center for Curriculum and Instruction, University of Chicago.
- Zuiker, S. J., Anderson, K. T., Lee, J. L. H., y Chee, Y. S. (2008). *Designing for the epistemological entailments of physics through game-centered dialogical activity cycles*. In *Proceedings of the 8th international conference on International conference for the learning sciences- Volume 2* (pp. 516-523). International Society of the Learning Sciences.
- Zurita, G., y Nussbaum, M. (2004). Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers. *Computers & education*, 42(3), 289-314.

Apéndices

Apéndice 1: Guía de trabajo – Propuesta final



Nombre:

Unidad 2: La materia y sus transformaciones: la luz.

Fecha: ___ / ___ / ___

Objetivo:

Descubrir la ley de la reflexión de la luz, por medio de la experimentación con la aplicación de entretenimiento *Laserbreak Lite*.

Contextualizando

Hay muchas situaciones que pasamos por alto día a día, por ejemplo, te has cuestionado por qué el interior de los hogares suele pintarse de colores claros, o qué causa un aumento del reflejo en espejos de bolsillos, u otras aplicaciones más interesantes como encender una fogata usando solo luz solar y una lupa. Así como puedes ver existen muchos fenómenos inexplorados, de los ejemplos anteriores se rescata un factor común, la luz, y hoy vamos a explorar una de las propiedades que permite que los efectos anteriormente mencionados sean posibles.

Materiales: Celular con el videojuego *Laserbreak Lite*, *Papel Diamante o Mantequilla*, lápiz, regla y transportador.

Actividad:

1. ¡Supera las etapas entra la 6 y la 9 de *Laserbreak Lite*!, luego responde: ¿Qué características del Láser son recurrentes a lo largo de las etapas? (Considera tanto el láser como la forma en la que este se relaciona con los elementos de cada etapa).



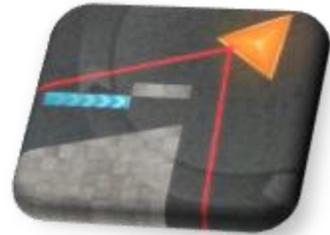
2. De todas las situaciones que ocurrieron al hacer incidir el láser sobre diferentes superficies en el juego, ¿Cuál es crucial para poder superar cada una de las etapas?, ¿Por qué?



Experimentando con la reflexión:

Observa el video para poder seguir estas instrucciones.

- Elige una etapa de las que has jugado.
- Calca en tu papel diamante o mantequilla la imagen de una reflexión dentro del juego.
- Pliega tu dibujo de tal forma que el rayo incidente y reflejado se unan, luego vuelve a estirar la hoja.
- Haz un pliegue que siga la línea de la superficie sobre la cual se refleja el rayo, luego vuelve a estirarlo.
- Mide los ángulos agudos que identifiques en tu dibujo.



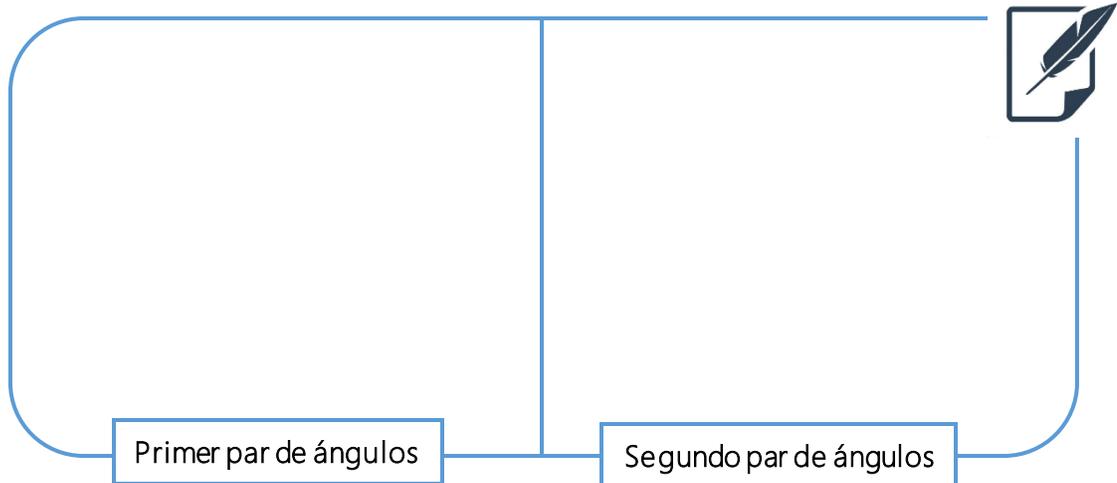
3. Anota las medidas de los ángulos agudos, y contesta: ¿Qué puedes ver en común entre las medidas de ellos?



4. Especifica características de la recta normal, en tu dibujo.



5. Dibuja por separado los dos pares de ángulos de igual medida que encontraste, especifica su medida



6. Compara con otra(s) pareja(s) tus dibujos y luego argumenta la veracidad de la siguiente afirmación: "Dos pares de ángulos de igual medida, se repetirán para cualquier reflexión que se genere en el juego".



¡¡Volvamos a jugar!!

Supera las etapas 21 a 23 alternadamente con tu compañero.

Observa el video para poder seguir estas instrucciones.

- Ve a la etapa 23 y haz incidir el rayo sobre una superficie curva.
- Calca en tu papel diamante o mantequilla un par de reflexiones distintas sobre una superficie curva.
- Pliega tu dibujo de tal forma que el rayo incidente y reflejado se unan, luego vuelve a estirar la hoja.
- Mide los ángulos agudos que identifiques en tu dibujo.



7. Dibuja y anota las medidas de los ángulos agudos de igual medida



Empty rounded rectangular box for drawing and notes.

8. ¿Qué diferencia observas entre la cantidad de ángulos para la reflexión sobre una superficie plana y una curva?



Empty rounded rectangular box for drawing and notes.

9. Comparando todos los dibujos responde ¿con cuál pliegue se puede medir siempre un par de ángulos de igual medida en el juego? Explica tu respuesta.



Empty rounded rectangular box for drawing and notes.

10. Selecciona uno de los dos pares de ángulos que dibujaste en la pregunta 5, y dibuja aquel que te permite medir siempre los ángulos en la reflexión sin importar la superficie (especifica en tu dibujo cual es el rayo que incide y el rayo que se refleja).



Empty rounded rectangular box for drawing and notes.

11. A partir de tu dibujo anterior enuncia tu primera ley de la reflexión de la



WARNING

¡Un momento!

Si tenemos una idea general para describir la luz ¿Por qué el comportamiento del láser al incidir en la muralla de piedra o en las cajas de madera, no es similar a cuando incide en murallas con baldosas, espejos de cristal y similares, dentro del juego?

Para terminar, responde brevemente:

a. ¿Qué conclusiones pudo sacar de la actividad? Comente.

b. ¿Qué dificultades enfrentó para encontrar el modelo más general? Comente.

c. ¿Qué le permitió seleccionar un modelo de los dos que surgieron? Explique.

d. ¿Tiene claro el significado físico del modelo escogido? Detalle lo que entendió del mismo.

"Conócete a ti mismo".

Sócrates.

Apéndice 2: Planificación – Propuesta final

Planificación

- Establecimiento:

Asignatura: <i>Física</i>		Nivel: <i>Primero Medio</i>	
Clase N°:		Fecha: / / 2016	
Objetivo de Aprendizaje OA 11.- Explicar la reflexión de la luz, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando la propagación rectilínea de la luz.			
Habilidad Científica OAT i.- Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.			
Materiales Celulares, aplicación <i>LaserBreak Lite</i> , computador, proyector, videos tutoriales de instrucciones, transportador, regla, papel diamante o mantequilla, lápices, guías.			

Secuencia Didáctica y Actividades

Secuencia Didáctica y Actividades		
<p>Inicio:</p> <p>El profesor entrega las guías a cada estudiante o una por pareja.</p> <p>Se solicita a un estudiante leer el primer párrafo de la guía entregada.</p> <p>Los estudiantes juegan en sus celulares las etapas descritas en la guía, para ello disponen de 5 o 7 min.</p> <p>Los estudiantes dan respuesta a las primeras dos preguntas de la guía. Una vez hayan finalizado el profesor recoge algunas de sus respuestas en la pizarra y enfatiza las respuestas a las que se intenciona la pregunta.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Existen características geométricas en la trayectoria del láser? ¿El láser posee distintas formas de propagarse?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Tiempo: 10 -15 min</div>	<p>Desarrollo:</p> <p>El profesor reproduce el video con las instrucciones para la actividad 1 y posteriormente lee dichas instrucciones que se encuentran en la guía.</p> <p>Actividad 1: Los estudiantes luego de seguir las instrucciones de la guía (Calcar una reflexión, plegar el dibujo, remarcar los pliegues):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Miden y comparan los ángulos agudos, para ello utilizan el transportador. - Conjeturan las relaciones entre estos, para ello pueden compartir sus dibujos con sus compañeros. - Responden las siguientes dos preguntas de la guía. <p>En este proceso el profesor introduce el concepto de recta Normal, rayo Incidente y rayo reflejado.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Qué observo al comparar los ángulos formados? ¿La luz se refleja de forma distinta en los espejos?</p> <p>Actividad 2: Los estudiantes juegan en sus celulares las etapas descritas en la guía, para ello disponen de 10 min. Posterior a esto el profesor reproduce el segundo video y además lee las instrucciones de la Actividad 2, explicándolas de ser necesario.</p> <p>Los estudiantes luego de seguir las instrucciones de la guía:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparan el número de pliegues que se han formado tras estas acciones con el número de pliegues de la actividad anterior. - Miden los ángulos agudos generados tras el pliegue. - Estiman y conjeturan las relaciones entre estos. - Responden las siguientes tres preguntas de la guía. <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Para ambos casos hay mismo número de pliegues? ¿Cómo resumirías el comportamiento de la luz del láser al reflejarse?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Tiempo: 50 -65 min</div>	<p>Cierre:</p> <p>Los estudiantes responden a las últimas cuatro preguntas de la guía.</p> <p>El profesor engloba lo abordado en clases en un resumen en el pizarrón usando los aportes de los estudiantes.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Cómo resumimos la ley de la reflexión? ¿Por qué puede modelarse la reflexión de forma geométrica?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Tiempo: 5 -10 min</div>
Indicadores de Evaluación		
<p>Describen características de la luz del láser dentro del juego:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El color - Su propagación (rectilínea) - Las acciones que desencadena en los objetos. - Los comportamientos que presenta al incidir en distintos objetos (reflexión, absorción). 	<p>Identifican pares de ángulos de igual medida.</p> <p>Responden en función de datos cualitativos.</p> <p>Exponen en un dibujo los datos extraídos.</p> <p>Identifica a la normal como recta de referencia</p> <p>Argumentan sus explicaciones en base a sus datos.</p> <p>Contrastan sus apreciaciones con las de sus compañeros.</p>	<p>Argumentan sus explicaciones en base a contrastar experiencias o datos.</p> <p>Explican el modelo geométrico de la reflexión de la luz.</p>

Apéndice 3: Guía de trabajo - Primera implementación



Etapa de contextualización

Hay muchas cosas que pasamos por alto día a día, por ejemplo, te has cuestionado por qué el interior de los hogares suele pintarse de colores claros, o qué causa un aumento del reflejo en espejos de bolsillos, u otras aplicaciones más interesantes como encender una fogata usando solo luz solar y una lupa. Así como puedes ver existen muchas cosas inexploradas, de los ejemplos anteriores se rescata un factor común, la luz, y hoy vamos a explorar una de las propiedades que permite que los efectos anteriormente mencionados sean posibles.

Materiales: Celular con el videojuego Laserbreak, lápiz y transportador.

Actividad:

¡Supera las etapas entra la 6 y la 9 de Laserbreak!, luego responde:

¿Qué características del Laser son recurrentes a lo largo de las etapas? (Responde considerando tanto el láser como la forma en la que este se relación con los elementos de cada etapa)



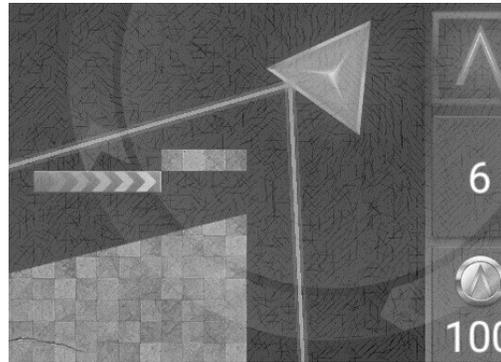
De todas situaciones que ocurrieron al hacer incidir el láser sobre diferentes superficies en el juego, ¿Cual es crucial para poder superar cada una de las etapas?, ¿Por qué?



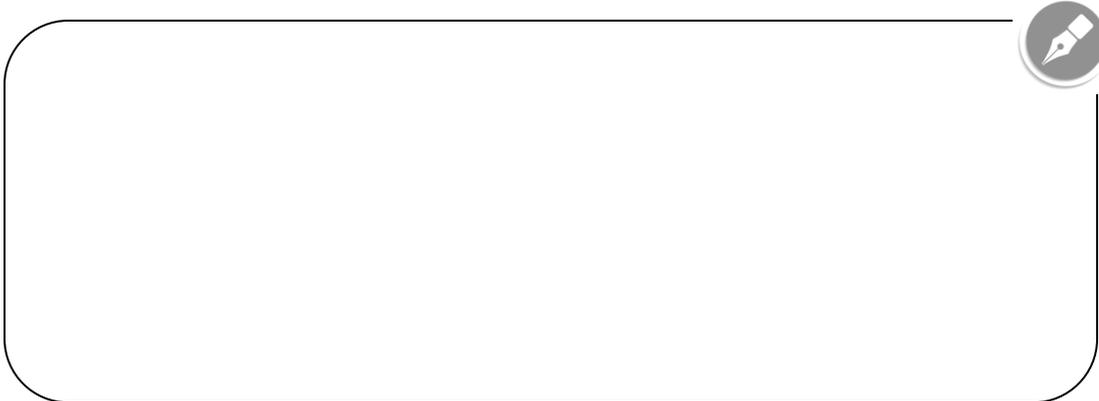
Etapas de Exploración

Experimentando con la reflexión:

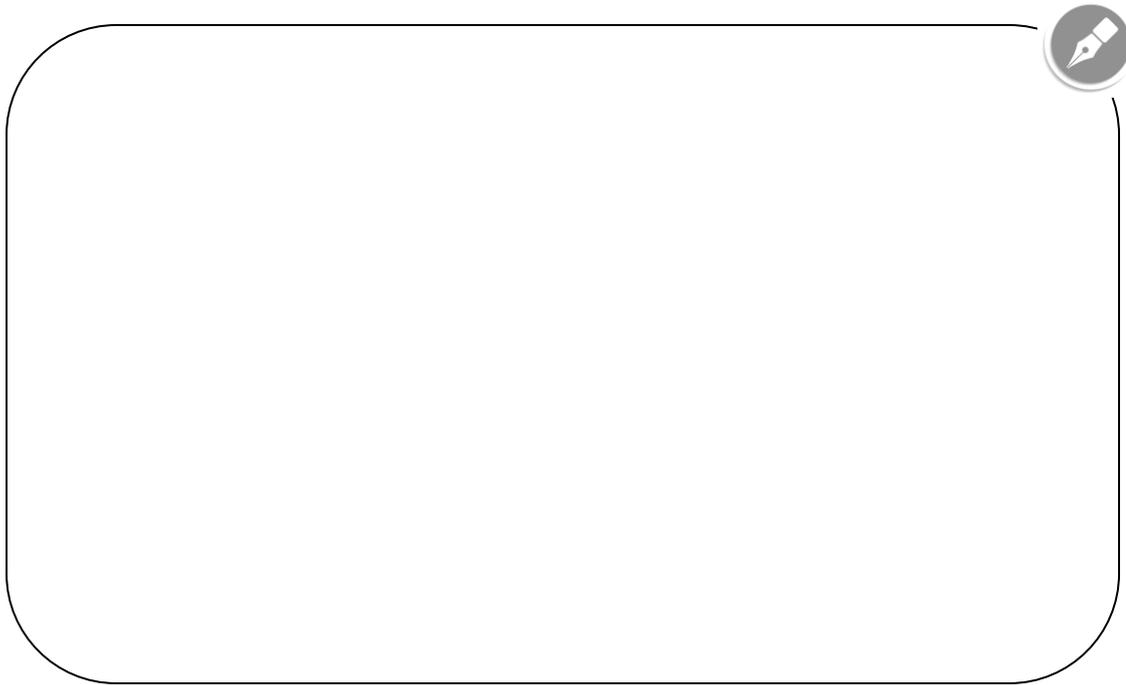
- Elije una etapa de las que has jugado. (En lo posible, elige alguna en la cual la cantidad de reflexiones sea la menor posible para superar el nivel)
- Calca en una hoja de tu cuaderno, la imagen de una de las reflexiones dentro de la etapa elegida.
- Pliega tu dibujo de forma que el rayo incidente y el reflejado se unan y luego vuelve a separarlo
- Marca con un lápiz la línea del pliegue generado



¿Qué puedes ver en común entre los rayos que dibujaste y el pliegue?



A partir de las relaciones anteriores: ¿Crees que estas se repetirán para cualquier reflexión que puedas elegir dentro del juego?, (Elige un par de rayos más dentro de otra etapa, dibújalas para comprobar y luego responde).



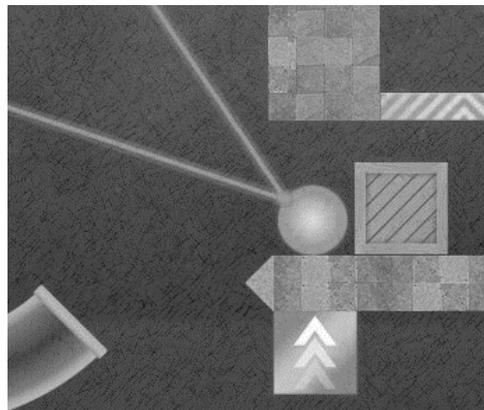
¿Es posible que estas representaciones geométricas puedan definir todas las reflexiones dentro del juego?

Volvamos a jugar

Supera las etapas 13 a 16 alternadamente con tu compañero.

Poniendo a prueba nuestros modelos de la reflexión:

- Elige una etapa entre la 13 y 16 en la que el láser incida sobre una superficie curva
- Calca en la hoja anexa un par de reflexiones distintas sobre una superficie esférica o curva, calca cada una de ellas por separado (Como ayuda, sobre extiende las líneas del rayo incidente y reflejado)
- Pliega tu dibujo de forma que los rayos coincidan para cada uno de los dibujos que realizaste.
- Marca con un lápiz el pliegue que generaste



A diferencia de la reflexión sobre una superficie plana en el juego ¿Qué diferencia observas entre los pliegues que generaste sobre la superficie plana y la curva?



A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for the student's response to the first question.

¿Qué diferencias y similitudes encuentras entre los rayos y los pliegues para la reflexión en una superficie plana y una superficie curva?



A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for the student's response to the second question.

¿Qué crees finalmente se mantiene constante para la reflexión del rayo en una superficie curva o plana?



A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for the student's response to the third question.

¡Si logras responder esta pregunta estarás a un paso de descubrir el modelo que describe la reflexión de la Luz!

WARNING

¡Un momento!

Si tenemos una idea general para describir la luz ¿Por qué el comportamiento del láser al incidir en la muralla de piedra o en las cajas de madera, no es similar a cuando incide en murallas con baldosas, espejos de cristal y similares, dentro del juego?

Explica brevemente:

¿Qué conclusiones puedo sacar de la actividad?

¿Qué dificultades enfrentaste para encontrar el modelo idóneo?

¿Qué te ha permitido seleccionar un modelo de los dos que han surgido?

¿Tengo claro el significado físico del modelo escogido? Detalla lo que entiendes del mismo.

“Conócete a ti mismo”.

Sócrates.

Apéndice 4: Planificación - Primera implementación

Planificación

- Establecimiento:

Asignatura: <i>Física</i>		Nivel: <i>Primero Medio</i>	
Clase N°:		Fecha: / / 2016	
Objetivo de Aprendizaje OA 11.- Explicar la reflexión de la luz, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando la propagación rectilínea de la luz.			
Habilidad Científica OAT i.- Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.			

Secuencia Didáctica y Actividades

<p>Inicio:</p> <p>El profesor entrega las guías a cada estudiante o una por pareja.</p> <p>Se solicita a un estudiante leer el primer párrafo de la guía entregada.</p> <p>Los estudiantes juegan en sus celulares las etapas descritas en la guía, para ello disponen de 5 o 7 min.</p> <p>Los estudiantes dan respuesta a las primeras dos preguntas de la guía. Una vez hayan finalizado el profesor recoge algunas de sus respuestas en la pizarra y enfatiza las respuestas a las que se intenciona la pregunta.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Existen características geométricas en la trayectoria del láser? ¿El láser posee distintas formas de propagarse?</p> <p align="center">Tiempo: 10 -15 min</p>	<p>Desarrollo:</p> <p>El profesor lee las instrucciones de la Actividad 1.</p> <p>Actividad 1: Los estudiantes luego de seguir las instrucciones de la guía (Calcar una reflexión, plegar el dibujo, remarcar los pliegues):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparan estimativamente los ángulos, para ello pueden volver a plegarlo, recortarlos o sobreponerlos. - Conjeturan las relaciones entre estos, para ello pueden compartir sus dibujos con sus compañeros. - Responden las siguientes dos preguntas de la guía. <p>En este proceso el profesor introduce el concepto de recta Normal, rayo incidente y rayo reflejado.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Qué observo al comparar los ángulos formados? ¿La luz se refleja de forma distinta en los espejos?</p> <p>Actividad 2: Los estudiantes juegan en sus celulares las etapas descritas en la guía, para ello disponen de 5 min. Posterior a esto el profesor lee las instrucciones de la Actividad 2, explicándolas de ser necesario.</p> <p>Los estudiantes luego de seguir las instrucciones de la guía:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparan el número de pliegues que se han formado tras estas acciones con el número de pliegues de la actividad anterior. - Comparan estimativamente los ángulos generados tras el pliegue. - Estiman y conjeturan las relaciones entre estos. - Responden las siguientes tres preguntas de la guía. <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Para ambos casos hay mismo número de pliegues? ¿Cómo resumirías el comportamiento de la luz del láser al reflejarse?</p> <p align="center">Tiempo: 50 –55 min</p>	<p>Cierre:</p> <p>Los estudiantes responden a las últimas cuatro preguntas de la guía.</p> <p>El profesor engloba lo abordado en clases en un resumen en el pizarrón usando los aportes de los estudiantes.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Cómo resumimos la ley de la reflexión? ¿Por qué puede modelarse la reflexión de forma geométrica?</p> <p align="center">Tiempo: 15 -20 min</p>
<p>Indicadores de Evaluación</p>		
<p>Describen características de la luz del láser dentro del juego:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El color - Propagación (rectilínea) - Las acciones que desencadena en los objetos. - Los comportamientos que presenta al incidir en distintos objetos (reflexión, absorción). 	<p>Identifican pares de ángulos de igual medida. Responden en función de datos cualitativos. Exponen en un dibujo los datos extraídos. Identifica a la normal como recta de referencia Argumentan sus explicaciones en base a sus datos. Contrastan sus apreciaciones con las de sus compañeros.</p>	<p>Argumentan sus explicaciones en base a contrastar experiencias o datos. Explican el modelo geométrico de la reflexión de la luz.</p>

Apéndice 5: Guía de trabajo - Segunda implementación



Nombre:

Unidad 2: La materia y sus transformaciones: la luz.

Fecha: / /2016

Objetivo:

Descubrir la ley de la reflexión de la luz, por medio de la experimentación con la aplicación de entretención *Laserbreak*.

Etapas de contextualización

Hay muchas cosas que pasamos por alto día a día, por ejemplo, te has cuestionado por qué el interior de los hogares suele pintarse de colores claros, o qué causa un aumento del reflejo en espejos de bolsillos, u otras aplicaciones más interesantes como encender una fogata usando solo luz solar y una lupa. Así como puedes ver existen muchas cosas inexploradas, de los ejemplos anteriores se rescata un factor común, la luz, y hoy vamos a explorar una de las propiedades que permite que los efectos anteriormente mencionados sean posibles.

Materiales: Celular con el videojuego *Laserbreak*, lápiz y transportador.

Actividad:

¡Supera las etapas entra la 6 y la 9 de *Laserbreak!*, luego responde: ¿Qué características del Laser son recurrentes a lo largo de las etapas? (Considera tanto el láser como la forma en la que este se relación con los elementos de cada etapa).



De todas situaciones que ocurrieron al hacer incidir el láser sobre diferentes superficies en el juego, ¿Cual es crucial para poder superar cada una de las etapas?, ¿Por qué?



Empty rounded rectangular box for writing the answer.

Experimentando con la reflexión:

Elije una etapa de las que has jugado.

- Calca en una hoja de tu cuaderno, la imagen de dos reflexiones distintas dentro del juego.
- Remarca en tu dibujo fuertemente los rayos y el plano en cual se refleja.
- Pliega tu dibujo de forma que el rayo incidente y el reflejado se unan y luego vuelve a separarlo.
- Pliega el plano en cual se refleja.
- Marca con un lápiz la línea del pliegue generado.

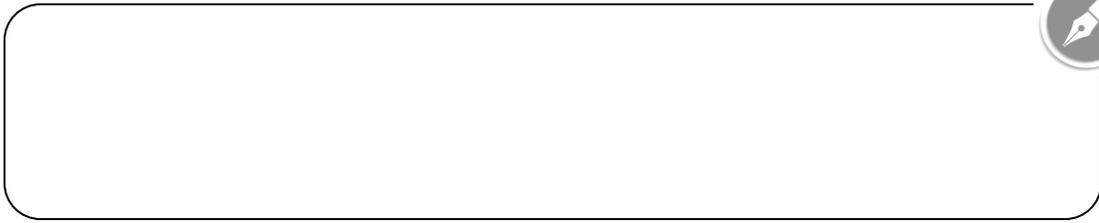


Mide los ángulos que identifiques en tus dibujos: ¿Qué puedes ver en común entre ellos?

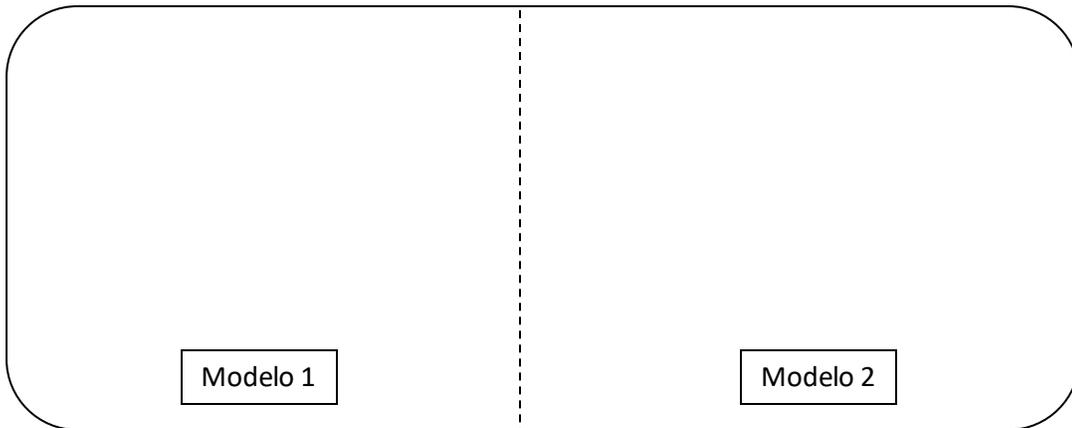


Empty rounded rectangular box for writing the answer.

A partir de las relaciones anteriores: ¿Crees que estas se repetirán para cualquier reflexión que puedas elegir dentro del juego? Argumenta tu respuesta.



Dibuja por separado los dos pares de ángulos de igual medida que encontraste



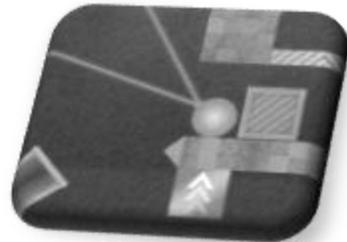
¿Es posible que este modelo pueda explicar cómo se refleja el rayo láser a lo largo de todo el juego? Justifica tu respuesta.

Volvamos a jugar

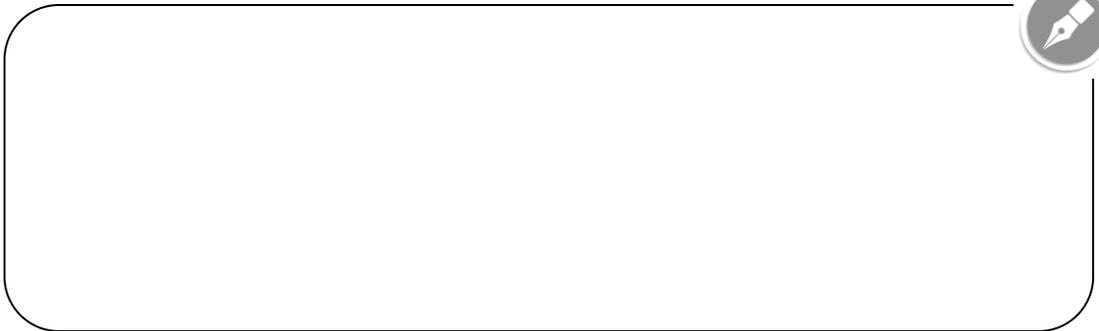
Supera las etapas 21 a 23 alternadamente con tu compañero.

Poniendo a prueba nuestros modelos de la reflexión:

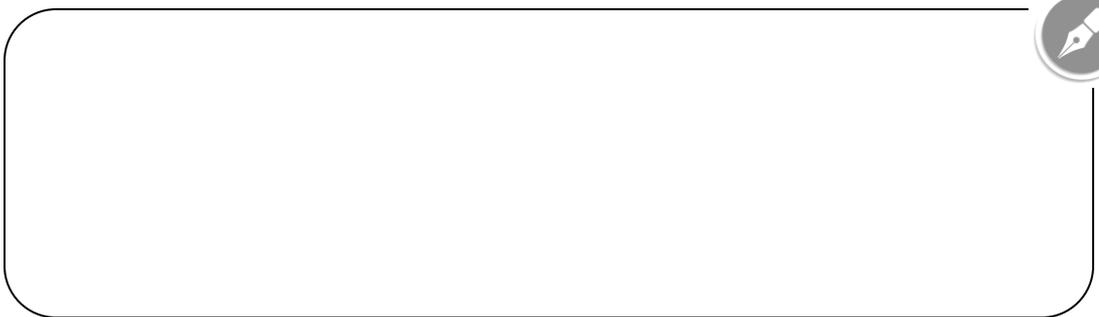
- Ve a la etapa 23 y haz incidir el rayo sobre una superficie curva.
- Calca en la hoja anexa un par de reflexiones distintas sobre una superficie curva.
- Pliega tu dibujo de forma que los rayos coincidan para cada uno de los dibujos que realizaste.
- Marca con un lápiz el pliegue que generaste



¿Qué diferencia observas entre los pliegues que generaste sobre la superficie plana y la curva?



Mide los ángulos que identifiques en tu dibujo de la esfera, explica la diferencias que observas cuando el rayo incidía en superficies planas.



Comparando todos los dibujos responde ¿con cuál pliegue se puede medir siempre un par de ángulos de igual medida, en el juego? Explica tu respuesta.



Discute con tu compañero de puesto si es cierta esta afirmación para cuando el rayo incide exactamente sobre el pliegue (Normal)

Selecciona de los dos modelos que dibujaste en el inicio aquél que te permite medir siempre los ángulos en la reflexión.

¡Un momento!



Si tenemos una idea general para describir la luz ¿Por qué el comportamiento del láser al incidir en la muralla de piedra o en las cajas de madera, no es similar a cuando incide en murallas con baldosas, espejos de cristal y similares, dentro del juego?

Para terminar explica brevemente:

¿Qué conclusiones puedo sacar de la actividad?

¿Qué dificultades enfrentaste para encontrar el modelo más general?

¿Qué te ha permitido seleccionar un modelo de los dos que han surgido?

¿Tengo claro el significado físico del modelo escogido? Detalla lo que entiendes del mismo.

“Conócete a ti mismo”.

Sócrates.

Apéndice 6: Planificación - Segunda implementación

Planificación

- Establecimiento:

Asignatura: <i>Física</i>		Nivel: <i>Primero Medio</i>	
Clase N°:		Fecha: / / 2016	
Objetivo de Aprendizaje OA 11.- Explicar la reflexión de la luz, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando la propagación rectilínea de la luz.			
Habilidad Científica OAT i.- Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos para describir mecanismos y para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.			

Secuencia Didáctica y Actividades

Inicio:	Desarrollo:	Cierre:
<p>El profesor entrega las guías a cada estudiante o una por pareja.</p> <p>Se solicita a un estudiante leer el primer párrafo de la guía entregada.</p> <p>Los estudiantes juegan en sus celulares las etapas descritas en la guía, para ello disponen de 5 o 7 min.</p> <p>Los estudiantes dan respuesta a las primeras dos preguntas de la guía. Una vez hayan finalizado el profesor recoge algunas de sus respuestas en la pizarra y enfatiza las respuestas a las que se intenciona la pregunta.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Existen características geométricas en la trayectoria del láser? ¿El láser posee distintas formas de propagarse?</p> <p align="center">Tiempo: 10 -15 min</p>	<p>El profesor lee las instrucciones de la Actividad 1.</p> <p>Actividad 1: Los estudiantes luego de seguir las instrucciones de la guía (Calcar una reflexión, plegar el dibujo, remarcar los pliegues):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Miden y comparan los ángulos, para ello utilizan el transportador. - Conjeturan las relaciones entre estos, para ello pueden compartir sus dibujos con sus compañeros. - Responden las siguientes dos preguntas de la guía. <p>En este proceso el profesor introduce el concepto de recta Normal, rayo Incidente y rayo reflejado.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Qué observo al comparar los ángulos formados? ¿La luz se refleja de forma distinta en los espejos?</p> <p>Actividad 2: Los estudiantes juegan en sus celulares las etapas descritas en la guía, para ello disponen de 5 min. Posterior a esto el profesor lee las instrucciones de la Actividad 2, explicándolas de ser necesario.</p> <p>Los estudiantes luego de seguir las instrucciones de la guía:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparan el número de pliegues que se han formado tras estas acciones con el número de pliegues de la actividad anterior. - Miden los ángulos generados tras el pliegue. - Estiman y conjeturan las relaciones entre estos. - Responden las siguientes tres preguntas de la guía. <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Para ambos casos hay mismo número de pliegues? ¿Cómo resumirías el comportamiento de la luz del láser al reflejarse?</p> <p align="right">Tiempo: 50 -55 min</p>	<p>Los estudiantes responden a las últimas cuatro preguntas de la guía.</p> <p>El profesor engloba lo abordado en clases en un resumen en el pizarrón usando los aportes de los estudiantes.</p> <p><u>Preguntas sugeridas:</u> ¿Cómo resumimos la ley de la reflexión? ¿Por qué puede modelarse la reflexión de forma geométrica?</p> <p align="center">Tiempo: 15 -20 min</p>
Indicadores de Evaluación		
<p>Describen características de la luz del láser dentro del juego:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El color - Propagación (rectilínea) - Las acciones que desencadena en los objetos. - Los comportamientos que presenta al incidir en distintos objetos (reflexión, absorción). 	<p>Identifican pares de ángulos de igual medida.</p> <p>Responden en función de datos cualitativos.</p> <p>Exponen en un dibujo los datos extraídos.</p> <p>Identifica a la normal como recta de referencia</p> <p>Argumentan sus explicaciones en base a sus datos.</p> <p>Contrastan sus apreciaciones con las de sus compañeros.</p>	<p>Argumentan sus explicaciones en base a contrastar experiencias o datos.</p> <p>Explican el modelo geométrico de la reflexión de la luz.</p>

Apéndice 7: Encuesta de apreciación implementada.

Escala de Apreciación de la actividad					
Juego de haber realizado la actividad, responde que tan de acuerdo o desacuerdo estás con respecto a los siguientes enunciados que se presentan a continuación.					
Enunciados	Totalmente de acuerdo	Mediamente de acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1. Las etapas eran muy difíciles de superar para mí.					
2. Me sentí contento realizando la actividad.					
3. Las etapas jugadas eran posibles de superar sin ayuda del profesor.					
4. Sentí que se me hizo muy corto el tiempo cuando jugaba.					
5. En ciertos momentos me olvidé que estaba en clases y sentí que estaba solo atento al juego.					
6. La actitud del curso en la clase fue más ordenada que de costumbre.					
7. Pude superar la mayor parte de las etapas de la actividad sin problemas.					
8. Disfrute la oportunidad de jugar en una actividad de aprendizaje.					
9. Me demore más que el tiempo designado por el profesor en superar las etapas.					
10. Se me hizo más corta la clase en comparación a las clases normales.					
11. Por momentos sentí que estaba dentro del juego. (...?)					
12. El curso participo con entusiasmo en la actividad.					
13. Me faltó tiempo para terminar la actividad.					
14. En el enunciado 5 elegí la opción:					
15. Alcance a jugar otras etapas dentro del tiempo asignado.					
16. No me percate que el timbre del recreo iba a sonar.					
17. Olvidé la presencia de los profesores y de la cámara de grabación en la sala de clases.					
18. Había compañeros que no quisieron participar de la actividad o no seguían las órdenes (solo jugaban).					
19. Pude realizar los pliegues y las mediciones de manera eficaz.					
20. La actividad fue aburrida y una pérdida de tiempo para mí.					
21. Me desmotiva este tipo de actividad, ya que siento que no aprendo de este modo.					
22. Mi dispositivo móvil funcionaba incorrectamente con esta aplicación.					
23. Perdí la concentración en la actividad mientras la desarrollaba con mi compañero(a).					
24. No estaba atento al dispositivo móvil mientras realizaba la actividad.					
25. El curso se comportó de la misma forma que en cualquier clase.					

Apéndice 08: Tabla de resultados – Primera Implementación

Tabla 4.A: Desglose de número de indicadores por Habilidad y Dominio evidenciado (Primera Implementación).

Guía	Habilidad Científica			Dominio (VD)
	OA a (V11)	OA h (V12)	OA i (V13)	
1	2	2	0	1
2	1	0	0	0
3	1	1	0	2
4	2	2	0	2
5	1	0	0	0
6	2	2	0	2
7	3	2	1	3
8	2	2	1	2
9	1	0	0	0
10	2	1	1	1
11	3	2	0	3
12	2	2	0	2
13	2	1	2	1
14	3	3	0	3
15	1	2	1	2
16	2	2	1	2
17	3	3	2	3
18	2	2	1	3
19	2	2	1	2
20	1	2	0	1
21	1	3	0	2
22	3	3	1	1
23	3	4	1	3
24	2	3	2	3

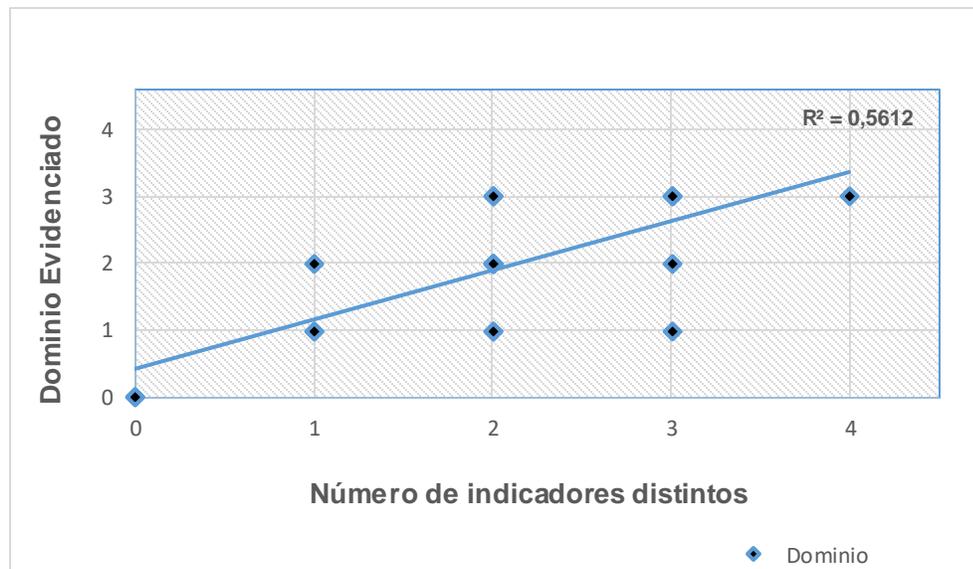
Elaboración propia.

Apéndice 9: Gráficos primera implementación.

Gráfico 4.A: Coeficiente de determinación entre el OA a y Dominios (Primera Implementación).



Gráfico 4.B: Coeficiente de determinación entre el OA h y Dominios (Primera Implementación).



Apéndice 10: Tabla de resultados – Segunda implementación

Tabla 4.B: Desglose de número de indicadores por Habilidad y Domino evidenciado (Segunda Implementación).

Guía	Habilidad Científica			Dominio (VD)
	OA a (VI1)	OA h (VI2)	OA i (VI3)	
1	2	2	1	1
2	2	2	2	3
3	2	3	2	2
4	1	3	1	4
5	1	0	0	1
6	2	3	2	3
7	2	4	3	4
8	2	4	2	3
9	3	3	3	2
10	3	3	1	4
11	3	4	3	4
12	2	3	1	2
13	1	2	2	1
14	2	3	2	2
15	1	2	1	1
16	2	3	2	4
17	1	3	2	3

Apéndice 11: Gráficos segunda implementación

Gráfico 4.C: Coeficiente de determinación entre el OA a y Dominios (Segunda Implementación).

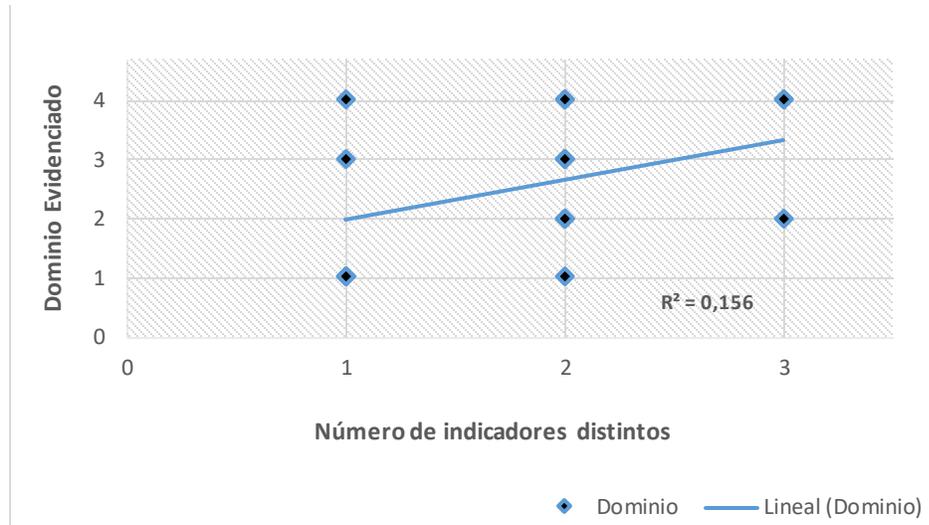
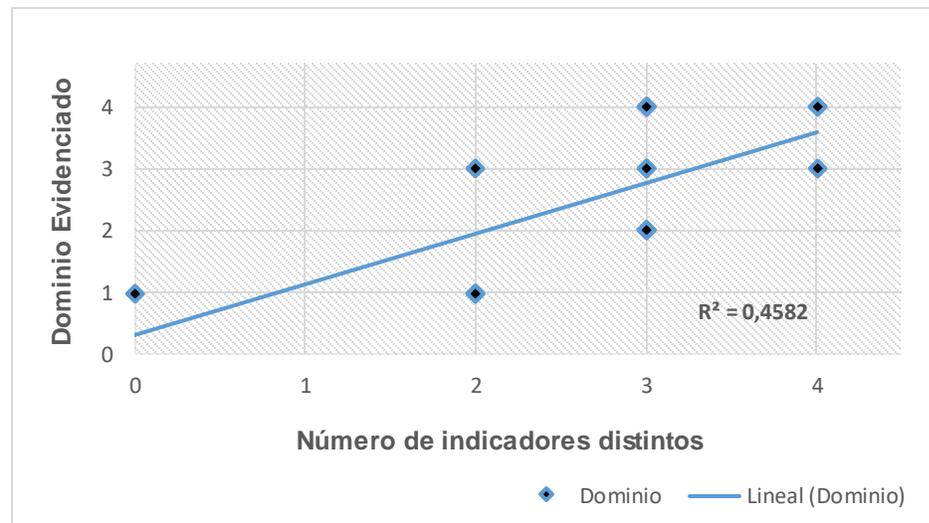


Gráfico 4.D: Coeficiente de determinación entre el OA h y Dominios (Segunda Implementación).



Apéndice 12: Gráficos de la encuesta de apreciación.

Gráfico 4.E: Indicador: Control.

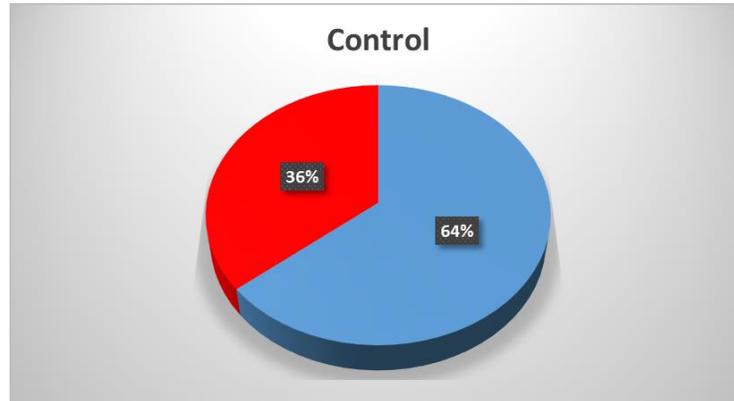


Gráfico 4.F: Indicador: Fácil de usar y rápido.



Gráfico 4.G: Indicador: Telepresencia.



Apéndice 13: Encuesta de Validación.

Encuesta de Validación

El propósito de esta encuesta es validar una propuesta didáctica que busca integrar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en una dinámica lúdica, a través del uso de juegos digitales como mediadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tópico de la reflexión de la luz, definido para primer año de educación media. El Objetivo de Aprendizaje (OA) asociado a este contenido se encuentra en las Bases Curriculares de 2013, así mismo las habilidades científicas que se desean promover en la actividad están definidas en estas mismas. Para un mayor detalle de estos conocimientos y habilidades se detallan a continuación:

Contenido disciplinar

OA 11: Explicar la reflexión de la luz, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando: las características y propagación propias de esta, principalmente que viaja en línea recta (objetivo resumido a la temática a abordar en la propuesta).

Habilidades Científicas

OA a: Observar y describir objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos.

OA h: Organizar y presentar datos cuantitativos y/o cualitativos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC.

OA i: Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos simples, en forma colaborativa, para apoyar explicaciones de eventos frecuentes y regulares.

En su calidad de experto, sus consideraciones y retroalimentaciones nos serán de mucha utilidad con el fin de afinar y perfeccionar la propuesta didáctica, por lo cual agradecemos de antemano su disposición y tiempo para revisar el documento, así como para contestar esta encuesta.

Datos personales

Nombre:
Títulos y grados:
Años de experiencia laboral:
Tipo de establecimiento o institución en que se desempeña:
¿Ha enseñado contenidos relacionados a la óptica geométrica en los últimos 5 años?

Para cada indicador, elija una valoración de acuerdo a su criterio, según la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 5 Completamente de acuerdo.
- 4 De acuerdo.
- 3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 2 En desacuerdo.
- 1 Completamente en desacuerdo.

Indicador	Valoración	
La redacción de las preguntas es clara y entendible.		
Las preguntas orientan a respuestas cerradas.		
El espacio dedicado a las respuestas es apropiado.		
Las consignas anteriores a las preguntas son claras y entendibles.		
Las preguntas poseen una dificultad apropiada para primer año medio.		
Las preguntas se alinean secuencialmente en un orden que oriente un desarrollo escalonado del conocimiento del OA 11.		
Las preguntas promueven respuestas abiertas.		
Las indicaciones y procedimientos propuestos en la guía son replicables.		
El número de etapas del juego no es apropiado para el desarrollo de la actividad.		
El tiempo propuesto en el desarrollo de las actividades es el adecuado (ver planificación).		
Los recursos análogos son accesibles (papel mantequilla y transportador)		
El espacio dedicado a los dibujos es apropiado.		
Los recursos tecnológicos son accesibles (teléfonos móviles).		
<p>Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del OA a, por medio de:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Detallan manifestaciones del proceso o fenómeno en estudio. II. Describen uno o más objetos presentes en un entorno o la función de estos. III. Distinguen características del haz de luz proveniente del láser. 	I	
	II	
	III	
<p>Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del OA h, a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Mencionan datos cualitativos y/o cuantitativos registrados durante el desarrollo de una investigación. II. Presentan modelos, esquemas o dibujos, elaborados con ayuda de las TIC, con datos obtenidos durante una investigación. III. Contrastan a través de datos cuantitativos o cualitativos distintos contextos o fenómenos en estudio. IV. Explican dificultades en su medición o extracción de datos, ya sean cuantitativos y/o cualitativos. 	I	
	II	
	III	
	IV	
<p>Las actividades propuestas en la guía promueven el desarrollo de la habilidad científica del OA i, mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Realizan una o más representaciones gráficas, esquemas o dibujos, relativas a un fenómeno en estudio. II. Explican problemáticas, preguntas o ideas, aludiendo a representaciones o modelos gráficos. III. Ajustan modelos existentes para apoyar explicaciones relativas a un evento científico frecuente o regular. 	I	
	II	
	III	

Comentarios:

Apéndice 14: Referencias de Imágenes

Referencias de Imágenes

Todas visitadas el 09/10/2016 a las 13:37 UTC -04:00 Santiago de Chile

- http://www.boolino.es/newmedia/posts/2015/03/23/8316837_dbbfe6014f_m.jpg
 - <http://morelianas.com/wp-content/uploads/2015/11/noche-estrellas-2015.jpg>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.errorsevendev.games.IB2&hl=es>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cube3rd.glass&hl=es>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.RXGames.LaserShards&hl=es>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.pyrosphere.lazors&hl=es>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dmitrieva.LaserBox2&hl=es>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.redfragment.laserdreams&hl=es>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.playmous.godoflight&hl=es>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.textualindices.refraction&hl=es>
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fluibex.mirror&hl=es>
 - <http://filosofia.laguia2000.com/wp-content/uploads/2013/05/MATEMATICOS-GRIEGOS.jpg>
 - <http://www.ahistoria.com.br/wp-content/uploads/huygens.jpg>
 - <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcSMj0W9tmZGqbjz7hiT2atda5Ki8FyI8h71zwNaYlgkmzzDvCkB>
 - https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcQpxM0JD8dw4p-R11v7ZqvBxIK_H8VEaRV2IO9SOmRA12-Cpbx6iA
 - <https://filostamp.files.wordpress.com/2014/03/76b4019d9.jpg>
- http://static.vix.com/es/sites/default/files/btg/curiosidades.batanga.com/files/sellos_einstein46.jpg

Anexos

Anexo 1: SIMCE, Escuela el Bosque de Puente Alto.

RESULTADOS 8º BÁSICO DESPLEGAR FICHA

RESULTADOS EDUCATIVOS 2015

Grupo socioeconómico del establecimiento (GSE): Medio Alto

En 8º básico 2015, establecimientos de similares características socioeconómicas son aquellos en que:

- La mayoría de los apoderados han declarado tener entre 13 y 15 años de escolaridad en el caso del padre y entre 13 y 14 años de escolaridad en el caso de la madre, con un ingreso del hogar que varía entre \$640.001 y \$1.300.000
- Entre 11,01% y 37% de los estudiantes se encuentran en condición de vulnerabilidad social.

Resultados de Indicadores de desarrollo personal y social

Estos indicadores son un conjunto de índices que entregan información sobre el desarrollo de los estudiantes de un establecimiento en el área personal y social en 8º básico.

[Conocer los Indicadores de desarrollo personal y social](#)

Debido a que la evaluación de estos indicadores es reciente y requiere asentarse en el sistema, estas primeras comparaciones deben tomarse con cautela y no considerarse como una tendencia.

■ Puntaje en cada indicador 8º básico

Indicador	Puntaje	Variación respecto de evaluación anterior	Variación respecto de establecimientos del mismo GSE
Autoestima académica y motivación escolar	76	similar 0 puntos	similar 3 puntos
Clima de convivencia escolar	77	similar 1 puntos	similar 1 puntos
Participación y formación ciudadana	78	similar -3 puntos	similar -1 puntos
Hábitos de vida saludable	69	similar 1 puntos	similar 0 puntos

Nota: La escala varía entre 0 y 100 puntos. En esta escala un valor más cercano al 0 indica un menor nivel de logro y un valor más cercano al 100 indica un mayor logro en el indicador.

Resultados de evaluaciones Simce

■ Puntajes promedio 8º básico

	Comprensión de Lectura	Matemática	Ciencias Naturales
Promedio Simce 2015	273	297	315
El promedio 2015 del establecimiento comparado con el obtenido en la evaluación anterior es	similar 5 puntos	similar 6 puntos	similar 9 puntos
El promedio 2015 del establecimiento comparado con el promedio nacional 2015 de establecimientos de similar GSE es	más alto 11 puntos	más alto 8 puntos	más alto 25 puntos

Anexo 2: SIMCE, Liceo Mater Purissima

RESULTADOS 8º BÁSICO
DESPLIEGAR FICHA

RESULTADOS EDUCATIVOS 2015

Grupo socioeconómico del establecimiento (GSE): Medio Alto

En 8º básico 2015, establecimientos de similares características socioeconómicas son aquellos en que:

- La mayoría de los apoderados han declarado tener entre 13 y 15 años de escolaridad en el caso del padre y entre 13 y 14 años de escolaridad en el caso de la madre, con un ingreso del hogar que varía entre \$640.001 y \$1.300.000
- Entre 11,01% y 37% de los estudiantes se encuentran en condición de vulnerabilidad social.

Resultados de Indicadores de desarrollo personal y social

Estos indicadores son un conjunto de índices que entregan información sobre el desarrollo de los estudiantes de un establecimiento en el área personal y social en 8º básico.

Conocer los indicadores de desarrollo personal y social

Debido a que la evaluación de estos indicadores es reciente y requiere asentarse en el sistema, estas primeras comparaciones deben tomarse con cautela y no considerarse como una tendencia.

■ Puntaje en cada indicador 8º básico

Indicador	Puntaje	Variación respecto de evaluación anterior	Variación respecto de establecimientos del mismo GSE
Autoestima académica y motivación escolar	71	similar -1 puntos	similar -2 puntos
Clima de convivencia escolar	77	similar 0 puntos	similar 1 punto
Participación y formación ciudadana	80	similar -3 puntos	similar 1 punto
Hábitos de vida saludable	70	más alto 5 puntos	similar 1 punto

Nota: La escala varía entre 0 y 100 puntos. En esta escala un valor más cercano al 0 indica un menor nivel de logro y un valor más cercano al 100 indica un mayor logro en el indicador.

Resultados de evaluaciones Simce

■ Puntajes promedio 8º básico

	Comprensión de Lectura	Matemática	Ciencias Naturales
Promedio Simce 2015	278	285	282
El promedio 2015 del establecimiento comparado con el obtenido en la evaluación anterior es	similar 4 puntos	similar -10 puntos	similar -6 puntos
El promedio 2015 del establecimiento comparado con el promedio nacional 2015 de establecimientos de similar GSE es	más alto 16 puntos	similar -4 puntos	más bajo -8 puntos