

**Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)**

**Escuela de Ingeniería**

**Máster universitario en eLearning y redes sociales**

Desarrollo de un videojuego  
para evaluar competencias en  
química

**Trabajo Fin de Máster**

**Presentado por:** Yopasá Camacho, Wilson

**Directora:** Gámez Gómez, Nadia

## Resumen

Los procesos pedagógicos han venido experimentando cambios significativos originados por los avances tecnológicos y movimientos sociales que paralelamente se van gestando. Sin embargo, en procesos formales de educación, hay aspectos que se mantienen inflexibles atados a prácticas tradicionales. Un ejemplo de esto son los métodos evaluativos.

En el campo de la enseñanza de la química, las alternativas en materia de evaluación son escasas. Es por ello que en este trabajo se desarrolló un videojuego educativo, diseñado para realizar la evaluación encubierta de desempeños en química del estudiante, validando su funcionalidad mediante una prueba de verificación cognitiva y un test de experiencia de usuario.

En este documento se presentan los resultados y se diserta sobre los desafíos y ventajas que trae implementar el uso de videojuegos en evaluación. Los hallazgos muestran que, el uso de videojuegos tiene aplicabilidad para proporcionar evaluación y retroalimentación dinámicas, además de ser atractivo para el estudiante. Igualmente ofrece utilidad para repasar conceptos trabajados en clase.

Palabras claves: Evaluación encubierta, videojuegos, aprendizaje basado en juegos, química, hidrocarburos.

## **Abstract**

The pedagogical processes have been experiencing significant changes originated by the technological progress and social movements. However in formal education processes, some aspects use to remains inflexible and stuck to traditional practices. An example of this is the assessment.

In the field of chemistry teaching, assessment alternatives are limited. So this work aims to develop an educational videogame which is specifically designed to perform hidden assessment of students of chemistry. The proposal is validated by means of cognitive verification tests and user experiences tests.

This document presents the results and the challenges of implementing videogames for assessment tasks. It shows that the use of videogames has applicability for providing dynamic assessment and feedback, as well as offering utility for reviewing concepts previously worked in class.

Keywords: Stealth assessment, videogames, game-based learning, chemistry, hydrocarbons.

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	II
Abstract.....	III
TABLA DE CONTENIDO.....	IV
Índice de tablas .....	VII
Índice de ilustraciones .....	VIII
Índice de gráficas.....	IX
Índice de Anexos .....	X
1.    Introducción .....	1
2.    Estado del arte y antecedentes .....	4
2.1.    Estado del arte .....	4
2.1.1.    Videojuegos en la Evaluación .....	5
2.1.2.    Videojuegos evaluativos en química .....	7
2.2.    Preliminares.....	10
2.2.1.    El juego digital.....	10
2.2.2.    El juego digital en el aula .....	11
2.2.3.    Evaluación encubierta .....	15
2.2.4.    Evaluación en el aula .....	16
2.2.5.    Motor de desarrollo de videojuegos.....	18
2.2.6.    Didáctica de la química.....	19
2.2.7.    Química del de carbono.....	20
3.    Objetivos y metodología .....	22
3.1.    Objetivos .....	22
3.1.1.    General .....	22
3.1.2.    Específicos .....	22
3.2.    Metodología .....	23
Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química	IV

4.	Diseño y desarrollo del videojuego Carburatom .....	24
4.1.	Identificación de requisitos.....	24
4.1.1.	Requisitos disciplinares en química de hidrocarburos .....	24
4.1.2.	Requisitos pedagógicos.....	25
4.1.3.	Requisitos de funcionamiento .....	26
4.2.	Elementos de diseño de Carburatom .....	27
4.2.1.	Objetivos del juego.....	28
4.2.2.	Reglas del juego .....	28
4.2.3.	Fantasía del juego.....	28
4.2.4.	Escenario educativo del juego .....	28
4.2.5.	Diseño pedagógico de la evaluación encubierta .....	29
4.2.6.	Diseño del sistema de puntuación y desempeños.....	32
4.3.	Desarrollo del videojuego Carburatom.....	34
4.3.1.	Herramientas de desarrollo utilizadas.....	34
4.4.	Descripción del juego digital desarrollado .....	36
4.5.	Flujo del juego Carburatom y cumplimiento de requisitos .....	37
5.	Evaluación y Pruebas.....	44
5.1.	Pruebas de desarrollo .....	44
5.2.	Pruebas de Carburatom .....	45
5.2.1.	Muestra .....	45
5.2.2.	Instrumentos .....	46
5.3.	Aplicación de las pruebas .....	48
5.3.1.	Grupo experimental.....	49
5.3.2.	Grupo de control .....	49
5.4.	Análisis y descripción de los resultados de las pruebas de Carburatom .....	50
5.4.1.	Resultados prueba estándar de química .....	51
5.4.2.	Resultados de la evaluación encubierta a través de Carburatom .....	56

6.	Discusión de resultados.....	67
6.1.	Paralelo de la prueba estándar de química.....	67
6.2.	Diferencias en la prueba estándar de los grupos de control y experimental.....	69
6.3.	Paralelo de los grupos de control y experimental, a través de Carburatom.....	70
6.4.	Comparación entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom.....	73
6.4.1.	Grupo de Control.....	74
6.4.2.	Grupo experimental.....	75
6.5.	Diferencias entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom.....	77
6.6.	Test de experiencia de usuario con Carburatom.....	79
6.6.1.	Resultados test de experiencia de usuario con Carburatom de los estudiantes.....	79
6.6.2.	Resultados test de experiencia de usuario con Carburatom de los docentes.....	84
7.	Conclusiones y trabajo futuro.....	86
8.	Referencias y bibliografía.....	90
9.	Anexos.....	95

## Índice de tablas

Tabla 1. Comparación entre Carburatom y la App “Hidrocarburos: las estructuras” .....	9
Tabla 2. Técnicas de evaluación. ....	17
Tabla 3. Competencias a evaluar en cada nivel. ....	28
Tabla 4. Puntuación según la interacción.....	32
Tabla 5. Desempeño en el juego y Equivalencias Nacionales.....	33
Tabla 6. Resultados prueba estándar de química grupo de control. ....	52
Tabla 7. Resultados prueba estándar de química grupo experimental.....	54
Tabla 8. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo de control, Nivel 1. ....	57
Tabla 9. Resultados de la evaluación a través de Carburatom, grupo de control, Nivel 3. ....	58
Tabla 10. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo de control, Nivel 5. ....	59
Tabla 11. Desempeño final del grupo experimental en la evaluación a través de Carburatom. ....	60
Tabla 12. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo experimental, Nivel 1.....	62
Tabla 13. Resultados de la evaluación a través Carburatom grupo experimental, Nivel 3 .....	63
Tabla 14. Resultados de la evaluación a través de Carburatom, grupo experimental, Nivel 5.....	64
Tabla 15. Desempeño final del grupo experimental en la evaluación a través de Carburatom. ....	66
Tabla 16. Paralelo de la prueba estándar de química. ....	68
Tabla 17. Paralelo de los grupos de control y experimental, a través de Carburatom. ....	72
Tabla 18. Comparación entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom, grupo de control.....	74
Tabla 19. Comparación entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom, grupo experimental. ....	75
Tabla 20. Resultados test de experiencia de usuario con Carburatom de los estudiantes .....	79
Tabla 21. Resultados test de test de experiencia de usuario con Carburatom de los docentes.....	84

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Código en Construct 2.....	35
Ilustración 2. Pantalla inicial de registro, R F 5. ....	37
Ilustración 3. Instrucciones de nivel, R P 1.....	38
Ilustración 4. Primer nivel.....	38
Ilustración 5. Tercer nivel.....	40
Ilustración 6. Cuarto nivel.....	40
Ilustración 7. Tabla de mejores 10 puntuaciones de nivel, R P 8.....	42
Ilustración 8. Tabla de resultados.....	42
Ilustración 9. Ventana de retroalimentación.....	43
Ilustración 10. Prueba de Mann Whitney de las valoraciones en la prueba estándar.....	70
Ilustración 11. Prueba de normalidad de las evaluaciones estándar y a través de Carburatom.....	77
Ilustración 12. Prueba de Wilcoxon a las evaluaciones estándar y a través de Carburatom. ....	78

## Índice de gráficas

Gráfica 1. Resultados prueba estándar de química grupo de control.....	53
Gráfica 2. Resultados prueba estándar de química grupo experimental. ....	55
Gráfica 3. Resultados de la evaluación encubierta a través de Carburatom, grupo de control. ....	61
Gráfica 4. Resultados de la evaluación encubierta a través de Carburatom, grupo experimental....	64
Gráfica 5. Comparativo de desempeños de los grupos de control y experimental, Prueba estándar de química. ....	67
Gráfica 6. Comparativo de desempeños de los grupos de control y experimental, Carburatom. ....	71
Gráfica 7. Experiencia como jugador. ....	80
Gráfica 8. Percepción de Carburatom como videojuego. ....	80
Gráfica 9. Apreciación de la diversión en Carburatom. ....	81
Gráfica 10. Jugabilidad de Carburatom.....	81
Gráfica 11. Interfaz gráfica de Carburatom. ....	82
Gráfica 12. Carburatom y aprendizaje. ....	82
Gráfica 13. Me sentí evaluado al realizar la actividad. ....	83

## Índice de Anexos

Anexo 1. Átomo de carbono y tipo de hidrocarburos .....	95
Anexo 2. Personajes de Carburatom.....	97
Anexo 3. Diagrama de flujo general de Carburatom. ....	98
Anexo 4. Instrumentos.....	99
Anexo 5. Algoritmo cálculo de valoración Carburatom.....	108

# 1. Introducción

Los procesos de aprendizaje al igual que muchas actividades cotidianas han venido experimentando cambios significativos desde inicios del siglo anterior. Dichas transformaciones están originadas por los avances tecnológicos y los distintos movimientos sociales que a la par se van gestando. Un avance significativo en la didáctica educativa es la incursión de juegos digitales en el proceso de aprendizaje. Esto es suscitado por la motivación e identidad que los estudiantes encuentran con este tipo de didácticas (Lacasa, Martínez-Borda, Mendez, Cortes, & Checa, 2007).

Existen varios estudios que refuerzan la idea que, cuando una persona interactúa con juegos digitales, se manifiesta la adquisición de conocimiento en la escasez de conciencia plena. Esto es debido a la cantidad de información que el juego digital envía y a la cual se expone el jugador durante tiempos prolongados, mientras interactúa con el juego (Prensky, 2001).

Esta característica de la interacción con juegos digitales, ha permitido que en temas de educación formal se vinculen al aula de clase con bastante éxito el uso de videojuegos comerciales. Con esto, se consigue la adquisición y/o refuerzo de habilidades, mientras se presentan contenidos académicos en diferentes áreas.

El éxito de muchas experiencias educativas utilizando juegos digitales reside en la aplicación de videojuegos creados específicamente para divertir, donde los estudiantes participan libremente con el simple objetivo de jugar y no de aprender. En ese sentido, el uso educativo de videojuegos comerciales potencia el desarrollo de habilidades específicas y no necesariamente favorece la comprensión de contenidos disciplinares en un área específica del conocimiento.

En cuanto a videojuegos educativos, su objetivo específico es transmitir contenidos relacionados con áreas del conocimiento, lo que se traduce en algunos de los casos, en mínima diversión. De manera clara como se presenta en González (2010), la generalidad en este tipo de juegos es la notoria finalidad educativa, descuidando aspectos importantes relativos a la jugabilidad. Esto provoca en cierta medida el desinterés por parte del estudiante a la actividad del juego. En cambio el disfrutar plenamente de un juego hará que se aprenda a través de él, es decir aprender algo que se quiere aprender. En este caso el sentimiento de diversión es el mecanismo de retroalimentación positiva, que hace repetir la actividad una y otra vez (Koster, 2005).

En el campo de la enseñanza de las ciencias, con alguna frecuencia se encuentran alternativas tanto en la oferta de videojuegos comerciales como educativos. Sin embargo, es limitada la oferta de juegos digitales apropiados para la instrucción y evaluación en química.

Por otro lado, en revisión de las estadísticas de promoción de estudiantes de grados de educación media (grados 10° y 11°) a nivel nacional y específicamente en el Colegio Ricaurte IED de Bogotá se encuentra que química es una de las asignaturas con mayor dificultad para la aprobación de los estudiantes en este ciclo que culmina la preparación en la etapa escolar en Colombia. Analizando las estadísticas producto de las comisiones de evaluación del primero y segundo periodo académicos del año 2017 de decimo y undécimo grado del Colegio Ricaurte, se encuentra la asignatura de química dentro de las asignaturas con mayor reprobación o índice de pérdida.

Como se ha mencionado previamente, es evidente la incursión de las tecnologías en el campo educativo especialmente aplicado a la docencia. Sin embargo, hay aspectos que se mantienen inflexibles atados a prácticas tradicionales, como la evaluación. Y precisamente, la evaluación realizada de modo tradicional a través de exámenes o pruebas estandarizadas, pueden suponer una dificultad extra para los estudiantes. Por ello en el presente trabajo se propone un videojuego educativo diseñado específicamente para realizar la evaluación del aprendizaje de manera encubierta a través del juego digital en química, intentando que sea lo más transparente posible para el estudiante.

El videojuego educativo desarrollado puede ser utilizado para evaluar el desempeño del estudiante en el área de química específicamente el tema de hidrocarburos. Con la finalidad de que el videojuego resulte atractivo y divertido para el estudiante, se ha desarrollado tomando en cuenta elementos esenciales que diferencian un software educativo de un videojuego, como son: manejo de personajes, existencia de antagonistas o retos que proponen nuevos desafíos a superar y retroalimentación de estados del juego.

Tomando como guía entrevistas con dos docentes de química, un ingeniero químico y un estudiante de ingeniería química, se determinó que el tema del videojuego debía ser química orgánica concretamente hidrocarburos. Ya que es uno de los contenidos básicos de química orgánica, que frecuentemente es abordado en las pruebas de estado de acceso a la educación superior. Además, como veremos en el siguiente capítulo, dentro de la oferta de videojuegos educativos no existen muchos referentes que traten tan importante tema.

El juego digital que se ha desarrollado y se describe en este documento, es una alternativa a la variada posibilidad de videojuegos educativos, no obstante, tiene una marcada tendencia al entretenimiento y diversión. Para ello se utiliza, la antigua fórmula “juegos arcade de naves” y que puede ser considerada como herramienta para evaluar a los estudiantes en el aula de química, como veremos en el resto del documento.

En primer lugar, se realizó una revisión documental sobre los estudios planteados entorno a la evaluación basada en videojuegos. Se llevó a cabo la búsqueda de herramientas y videojuegos que puedan ser utilizados en el aula de química, con el propósito de evaluar desempeños en temas de hidrocarburos. Los resultados de estas indagaciones se presentan en el **segundo capítulo**.

En el **tercer capítulo** se presentan los objetivos que orientaron el curso de este trabajo y la metodología utilizada para el desarrollo del videojuego.

Lo anterior permite plantear una posible solución, la cual se describe con amplitud en el **cuarto capítulo**, donde se exponen los requisitos de la herramienta y la descripción del videojuego desarrollado, al que se ha denominado **Carburatom**. Además, se exponen los elementos que orientaron el diseño, así como el plan que orientó el desarrollo de la herramienta.

Además, en un proyecto de desarrollo de software es indispensable una serie de pruebas y experimentos que permiten determinar si el software cumple con el propósito para el que fue planteado. En el **quinto capítulo** se presentan en detalle los elementos que hicieron parte de la batería de pruebas aplicados a la muestra de estudiantes seleccionada. Además, se exponen los datos encontrados en cada una de las pruebas aplicadas.

Más adelante en el **sexto capítulo**, se analizan los resultados encontrados, realizando comparaciones entre los resultados de las distintas pruebas para comprobar la efectividad de **Carburatom** como herramienta evaluativa en química de hidrocarburos. También se evalúa la aceptación que tuvo **Carburatom** conforme a las pruebas de experiencia de usuario aplicado a los estudiantes y docentes.

Finalmente, en el **capítulo siete**, a manera de conclusión producto de la reflexión y análisis de las evidencias recolectadas en el desarrollo del presente proyecto se determina la posible utilidad de **Carburatom** en escenarios evaluativos en el aula de química y se plantean posibles líneas de trabajo futuro.

## **2. Estado del arte y antecedentes**

### **2.1. Estado del arte**

Pocas actividades suscitan tantas emociones desde distintos vértices de la sociedad como lo es la educación. La razón de ello es que es un acto transversal a todas las demás actividades que desempeña todo individuo y que marca profundamente el rumbo de toda sociedad. Es la educación el vehículo más eficiente a través del cual la sociedad transmite todos sus rasgos y características, que van desde lo político, lo religioso e incluso hasta la forma de actuar cotidianamente. Esto sin dejar de lado que la educación es un tema académico por excelencia.

Con el nacimiento de la industria del software e inicio del desarrollo de videojuegos, se escuchó por primera vez hablar de lo prometedor que podía ser el implementar este tipo de tecnologías a procesos de aprendizaje. En el artículo “Micro-Computer Video Games and Spatial Visualization Acquisition” por Lowery y Knirk (1982), se afirmaba que los juegos digitales o de video debían potenciar las habilidades espaciales de los estudiantes.

Con el pasar de los años, esta corriente ha venido tomando fuerza como se explica en el capítulo 2.2.2, que resume algunos de los estudios y o documentos más influyentes en materia de juegos digitales en educación.

Específicamente, en cuestiones de evaluación del proceso de aprendizaje, se generan grandes controversias cuando se intenta proponer cualquier alternativa de cambio. Esto debido a que el proceso evaluativo se presenta durante toda la etapa de formación formal, y marca de alguna manera al individuo en su historia académica, llegando a trascender al historial laboral. Algunas evidencias de ello son las múltiples pruebas estandarizadas de índole internacional y nacional que se manejan en cada país.

El Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes o pruebas (PISA), por sus siglas en inglés, son un ejemplo de pruebas a nivel internacional. Estas pruebas evalúan a los estudiantes que se encuentran en los últimos años de educación escolar, para determinar si han adquirido las competencias necesarias para la participación plena en la sociedad del saber (OCDE, 2007).

De modo similar, localmente en Colombia se habla de las pruebas SABER, que se realizan a nivel nacional a todos los estudiantes que cursan 3°, 5°, 9° y 11°, este último para ingreso a la educación superior. Los Exámenes a la Calidad de la Educación Superior (ECAES), son otro ejemplo de pruebas estandarizadas de índole nacional.

Estas pruebas estandarizadas suelen generar en el estudiante grandes presiones, que pueden determinar el resultado de las mismas, al igual existen grandes cuestionamientos acerca de la validez y efectividad de este tipo de pruebas para valorar lo que se pretende evaluar (Díaz, 2006). Sin embargo, siguen siendo la metodología más utilizada para evaluar el desempeño estudiantil.

### **2.1.1. Videojuegos en la Evaluación**

Diferentes autores han realizado propuestas que pretenden mostrar una alternativa diferente para evaluar competencias a través de videojuegos, a continuación, se presentan algunos estudios importantes al respecto.

- Martínez-Ortiz, Moreno-Ger, Sierra y Fernández-Manjón (2006), en el escrito “Production and Deployment of Educational Videogames as Assessable Learning Objects”, presentan el proyecto <e-Game>, que ofrece una alternativa válida para la inclusión gradual de juegos pequeños en cursos en línea incluyéndolos en Learning Management Systems (LMS) preexistentes. A su vez el sistema puede enviar datos al juego permitiendo que la experiencia de juego sea adaptable e incorporado mecanismo de evaluación, elemento que mejora el valor educativo de la herramienta.
- Shute, Ventura, Bauer y Zapata-Rivera (2009), plantean la incrustación de evaluaciones en juegos serios para revelar lo que se está aprendiendo durante la experiencia de juego, proponiendo un enfoque que tiene como elementos claves al diseño centrado en la evidencia, donde se analiza sistemáticamente el argumento de la evaluación y la evaluación para guiar experiencias de instrucción. El documento ilustra cómo se han aplicado elementos de este enfoque en un entorno sin juego y cómo podría aplicarse a un entorno de juego existente.
- De igual manera Blanco, Torrente y Marchiori (2010), son un referente importante en el sentido que conciben la posibilidad de realizar la evaluación del aprendizaje basado en

juegos con <e-adventure> y en entorno de control de actividades de aprendizaje LAMS. Este enfoque representa un avance significativo al permitir vincular sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) con actividades evaluativas basadas en juegos a programas de formación virtual.

- En el marco de las investigaciones realizadas con niños en edad escolar, Mejía (2012) presenta un estudio donde utilizó juegos comerciales de estrategia como actividades propicias en la resolución de problemas, en contraposición a las tareas escolares que poca significancia tienen para el aprendiz. Y donde se plantea “los videojuegos aparecen como una opción para llevar a cabo procesos de evaluación cognitiva” (Mejía, 2012, p. 226).
- Serrano-Laguna, Torrente, Moreno-Ger y Fernández-Manjón (2012) concluyen que a la utilización de técnicas de seguimiento en videojuegos más bien simples, significa una ventaja en comparación con otros sistemas de evaluación, que se alimentan con menos datos de calidad. Esto, refuerza la idea que juegos digitales se obtienen gran cantidad de información para poder evaluar desde varias perspectivas.
- En Colombia y específicamente en el área de ciencias, Ortega (2015) presenta como trabajo de maestría un estudio de caso, en la Institución Educativa CASD José María Espinos. En dicha maestría crea un juego y presenta una propuesta metodológica basada en juegos digitales que aborda el concepto de división celular. Conforme a lo expresado por la autora es un juego de Rol compuesto por 67 acertijos (preguntas), que van aumentando el nivel de experiencia del personaje.

Estos estudios fortalecen la idea del gran potencial que tienen los videojuegos, para recolectar información de los jugadores y utilizarla para determinar el grado de desempeño que el jugador presenta en determinadas competencias.

Por otro lado, en cuanto a la experiencia de diseño y desarrollo de videojuegos creados con el objetivo específico de evaluar se evidencia poco desarrollo en este campo. Es frecuente encontrar juegos que indagan la habilidad de los estudiantes para desarrollar procesos matemáticos como suma resta multiplicación y división. Estos juegos pueden ser utilizados para evaluar dichas competencias en el aula, sin embargo, en otras áreas del conocimiento es muy poca la evolución que se presenta en este proceso.

En el campo de los idiomas se encuentran actividades digitales que simulan juegos las cuales pueden ser utilizadas para evaluar competencias en el manejo del lenguaje, donde el participante tiene que completar palabras, adivinar palabras (el clásico ahorcado), organizar oraciones, entre otros.

Otro tipo de actividades que tienen aplicación para valorar competencias son las familiarmente conocidas como trivia. Estas actividades utilizan elementos de juegos (gamificación) como puntaje, límite de tiempo, salvavidas o ayudas, en los que se formula una pregunta y el jugador debe escoger una respuesta entre varias posibilidades.

### 2.1.2. Videojuegos evaluativos en química

En el área de la química, las opciones de videojuegos con fines evaluativos son limitadas. Haciendo una extensa revisión, se han encontrado los siguientes trabajos relacionados con el que se expone este TFM:

- **Andrey Solovyev** es un diseñador y desarrollador de aplicaciones móviles para IOS y Android, que cuenta con más de 50 Apps con temáticas en geografía, ciencias, idiomas, cultura general. Ha desarrollado una colección de aplicaciones en química (Solovyev, 2014), entre las que encontramos las siguientes:
  - Hidrocarburos: las estructuras.
  - Los elementos químicos: Prueba.
  - Las sustancias químicas – Quiz.
  - Aminoácidos – Tarjetas y quiz.
  - Entre otras.

Estas apps en el modo juego presentan actividades como: Quiz (fácil y difícil), Cuestionarios de opción múltiple, Juego de tiempo (Actividades de deletrear más respuestas en 1 minuto). Estas actividades pudieran ser utilizadas como pruebas evaluativas.

- **Aprender Química Jogo da Forca** es una app para Android que consiste en un juego de ahorcado en portugués que realiza preguntas de química principalmente sobre la tabla periódica (Rodrigues, 2013).

- **Chemistry Allie** es una app para IOS y Android que consiste en un robot que va realizando preguntas acerca de la tabla periódica. Presenta una serie de desafíos divididos en seis categorías: Números atómicos, Nombres químicos, Símbolo, Fórmulas, Peso molecular Ecuaciones (Overpass Apps, 2013).
- **Penalty Shootout** es una actividad para realizar via web tipo trivia donde el jugador debe responder preguntas de química al responder acertadamente puede escoger la dirección y potencia para ejecutar un penalty (Canaryzoo, 2007). Las preguntas están relacionadas con 9 temas:
  - Rocks, Rocas.
  - Pollution & States of Matter, Contaminación y estados de la materia.
  - The Particle Theory, La teoría de partículas.
  - The Periodic Table, La tabla periódica.
  - Chemical Reactions, Reacciones químicas.
  - Reactions, Acids & Alkalis, Reacciones, ácidos y álcalis.
  - Salts & Chemical Tests, Sales y pruebas químicas.
  - Mixtures, Mezclas.
  - Compounds, Compuestos.
- **Erase the Periodic Table** es una actividad en línea en la que se muestra la tabla periódica y donde hay que ir eliminando los elementos químicos haciendo clic sobre el símbolo atómico en el orden que les van mostrando. (GOC3, 2001).
- **Periodic Table online game** es una actividad en línea de la tabla periódica que pone a prueba conocimientos de elementos químicos en un minuto para identificar tantos elementos como sea posible. («Periodic Table online game | Play Science Games | Chemistry Games», 2012).
- **Periodic Table game** es una actividad en línea de la tabla periódica que pone a prueba conocimientos de elementos químicos, identificando tantos elementos como sea posible.(Funbrain, 2017).

- **Amino Acid Match Game** es una actividad en línea para aprender los nombres y estructuras de aminoácidos consiste en una tabla de emparejar nombre con las estructuras moleculares de los aminoácidos, puede ser utilizado como evaluación pues tiene un contador de porcentaje de aciertos.(Hansson, 2013).
- **MazeFire Digital Maze Games** es una colección de actividades en línea. El creador lo presenta como una colección de laberintos, sin embargo, se trata de actividades con preguntas de múltiple respuesta. (O'Malley & Griffiths, 2016).

Basado en la experiencia y en la búsqueda bibliográfica y de software realizada, se puede determinar que, las opciones de videojuegos con fines evaluativos en el área de química al igual que en muchas áreas son escasas. No obstante, es frecuente encontrar actividades con amplios elementos de gamificación, como lo son: manejo de puntuaciones, límites de tiempo, tablas de mejores puntuaciones, entre otros. Los anteriores elementos motivan al participante a superar las actividades. Sin embargo, a dichas actividades les hace falta mayor interacción usuario y sistema, más allá de escoger una opción, teclear o tipear una palabra(s).

A continuación, se presenta la comparación entre el juego desarrollado en este trabajo, **Carburatom**, y la app “Hidrocarburos: las estructuras”, ya que ambas abordan la temática de hidrocarburos.

Elemento	Carburatom	Hidrocarburos: las estructuras
Plataforma	Computador a través de un navegador	Dispositivos móviles con sistemas operativos Android o IOS
Nivel de profundidad.	Prototipo de 5 niveles.	Actividad completa que aborda con profundidad el tema de hidrocarburos.
Aplicación en educación	Repasar y evaluar competencias en química de hidrocarburos.	Repasar y evaluar competencias en química de hidrocarburos.
Mecánica.	Juego de arcade de naves y disparos.	Actividad tipo trivia.
Perfil de usuario	Estudiantes de secundaria, con conocimientos básicos en química de hidrocarburos.	Estudiantes universitarios con avanzados en química de hidrocarburos.

**Tabla 1. Comparación entre Carburatom y la app “Hidrocarburos: las estructuras”**

Como se ve en la tabla, **Carburatom** supera en jugabilidad e interacción a la app “Hidrocarburos: las estructuras” ya que Carburatom es un juego de arcade y la app es tipo trivia.

La literatura analizada evidencia que los juegos digitales tienen todo el potencial para ser utilizados como herramientas de evaluación, pero que sigue siendo necesario la creación de videojuegos específicos en ciertas áreas como en química. En ese sentido se presenta una propuesta que pretende aportar un enfoque para diseñar desde lo pedagógico juegos educativos con fines evaluativos para implementarlo en el aula de clase como posible sustituto a evaluaciones tradicionales tipo test en química de hidrocarburos.

Para ello, se ha desarrollado el videojuego “Carburatom”, con elementos que lo hacen altamente interactivo. En este videojuego, el jugador maneja un personaje que puede morir, que debe evadir o eliminar obstáculos y recoger objetivos. Por lo que puede ser catalogado como videojuego educativo tipo arcade de naves, que requieren de más interacción por parte del alumno y pueden proporcionar más diversión. Mientras que, todos los juegos, apps y actividades encontradas anteriormente en el tema de Hidrocarburos pueden ser más bien catalogadas como juegos tipo trivia.

## **2.2. Preliminares**

### **2.2.1. El juego digital**

Existen varias formas para referirse a juegos digitales, videojuegos, juegos de video, juego electrónico, juego para ordenador, entre otros, para efectos de este documento se utilizarán los términos videojuego y juego digital.

Para Frasca (2001) un videojuego es todo software de entretenimiento basado en computadora ya sea textual o basado en imágenes, usando cualquier plataforma electrónica como computadoras personales o consolas e involucrando a uno o más jugadores en un entorno físico o en red.

Por su parte Pérez (2010) precisa, “es un juego electrónico que cuenta como parte sustancial de su desarrollo con un dispositivo audiovisual y donde generalmente un dispositivo físico de interfaz (teclado, mouse, gamepad) transfiere las acciones del jugador a la pantalla y las transforma o “traduce” en algún aspecto” (p. 34) .

Estas definiciones mantienen elementos en común y permiten ultimar que un juego digital es un software interactivo cuyo propósito principal es el entretenimiento, en el que, a través de

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

dispositivos, mandos o controles, se permite representar acciones en una pantalla de un televisor, un ordenador u otro dispositivo electrónico.

### **Clasificación de los juegos digitales**

El universo creciente de videojuegos comerciales y no comerciales con sus modos y mecánicas variantes, hace compleja la tarea de clasificar rígidamente los juegos en algún tipo de juego específico. Por lo anterior varios autores han propuesto diferentes clasificaciones conforme a distintas características, que van desde la arquitectura de hardware utilizada, hasta mecánicas y modalidades.

Para efectos de este documento se utilizara la clasificación que plantea Pérez (2010), quien distingue 6 géneros según la finalidad del jugador.

- **Acción:** orientados al reto competitivo de victoria/derrota con tendencia a gameplay rígida (baja variación). Que a su vez se subdivide en juegos de acción abstractos, disparos, shooters cinematográficos, conducción y de lucha. Para algunos autores este género se denomina con el nombre de arcade.
- **Estrategia:** competitivos de victoria/derrota con gameplay abierta (alta variación). En esta categoría se agrupan videojuegos de estrategia por turnos, en tiempo real.
- **Aventura:** Se orientan al descubrimiento de la trama narrativa con tendencia a gameplay rígida. Juegos de aventuras textuales, aventuras gráficas.
- **Rol:** Reconstrucción de una narrativa con gameplay abierta. Donde el personaje busca puntos de experiencia, que le ayudan a mejorar las habilidades, a través de misiones
- **Simuladores:** Se basan en la comprensión del funcionamiento de un sistema a través de la experimentación, con tendencia relativa a una gameplay rígida. Se relacionan simuladores de sistemas artificiales (máquinas), de fenómenos naturales y protocolos de entrenamiento.
- **Simulación social:** Simulaciones sobre temas y/o fenómenos que no son de por sí sistemas altamente formalizados, pero sí son susceptibles de ser sistematizados.

#### **2.2.2. El juego digital en el aula**

Desde finales del siglo pasado empezó a sonar con gran fuerza la idea del gran potencial que los videojuegos podrían tener en procesos de formación en el aula. Con el pasar del tiempo, se aprecia

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

como numerosos sitios inundan la red y muestran evidencia de las bondades que el uso de didácticas apoyadas en juegos digitales van tomando protagonismo en escenarios académicos. Esto debido a que el uso de videojuegos tiene efectos positivos en relación a la motivación que los estudiantes tienen al verse expuestos a este tipo de metodologías. Así mismo, aseguran que los juegos digitales son herramientas de apoyo para la labor docente acercando a educadores y aprendices, situación que facilita la enseñanza.

Examinando en la bibliografía que refleje los aspectos positivos del uso de juegos digitales en cuanto a las ventajas como recurso didáctico en el aula, es posible remontarse a inicios de la década de los 80, a continuación, se presenta una recolección histórica de algunos estudios referentes.

- (Lowery y Knirk, 1982), Micro-Computer Video Games and Spatial Visualization Acquisition. Los juegos de video potencian las habilidades espaciales de los estudiantes.
- (Mandinach, 1984), Clarifying the “A” in CAI for Learners of Different Abilities. Assessing the Cognitive consequences of Computer Environments for Learning (ACCCEL). Refleja los resultados de un estudio donde un grupo de estudiantes es expuesto a un juego de digital, demostrando que los estudiantes más exitosos adquirieron conocimientos de planificación estratégica por inducción.
- (Keller, 1992), Children and the Nintendo. Documento que examinan los efectos del Sistema de Entretenimiento de Nintendo (NES). Donde se exponen los cuatro tópicos: las capacidades motrices esenciales jugar, las habilidades de pensamiento necesarias para una interacción con el juego, los niños cuando juegan se enfocan en estrategia para ganar el juego y no en pensamientos violentos mientras juegan, pero, algunos de los posibles beneficios emocionales, sociales y educativos de la interacción con NES de los niños.
- (Okagaki y Frensch, 1994), Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. Refleja el resultado de dos estudios usando el juego Tetris. Los resultados indicaron que jugar Tetris mejora el tiempo de rotación mental y el tiempo de visualización espacial.
- (Flood, Heath y Lapp, 1997), Handbook of Research on Teaching Literacy Through the Communicative and Visual Arts. Los juegos de video tienen atributos para el aprendizaje de nuevas formas artísticas de expresión.
- (RIEBER y NOAH, 1997), Effect of gaming and visual metaphors on reflective cognition within computer-based simulations. Propone que los videojuegos elevan el papel del

docente informado y enfatiza la importancia de su contribución e influencia, advirtiendo la importancia de monitorear cuidadosamente el uso de y la comprensión del estudiante de los contenidos que este presenta.

- (Prensky, 2001), Digital game-based learning. Sostiene que los videojuegos pueden ser herramienta con mayor potencial de aprendizaje que se ha conocido, así mismo afirma que los creadores de videojuegos se preocupan sobre todo por la experiencia del usuario final y en contra posición reprocha fuertemente los desarrolladores de los primeros juegos educativos que ponen como objetivo la formación, no al estudiante (jugador).
- (Frasca, 2001), Blog “Ludology”. Define la ludología como, la disciplina que estudia los juegos, los jugadores, los juguetes y los videojuegos
- (Aarseth, 2001), Game Studies. Publicación del primer número de la revista académica on-line revisada por expertos en el campo.
- (Gee, 2004), Situated language and learning: A critique of traditional schooling. Con los buenos videojuegos podremos aprender qué elementos significativos presentan y entenderlos para llevarlos al entorno educativo. Asegura que, con el aumento del fenómeno de los juegos de video, los aprendizajes que generan contribuirán a mejorar la sociedad.
- (Shaffer, Squire, Halverson y Gee, 2004). Video games and the future of learning. La investigación se basó en el desarrollo de juegos epistémicos, o juegos que propician la resolución de problemas a través de simulaciones de situaciones del mundo real.
- (Koster, 2005), A theory of fun in game design. En un juego lo divertido es aprender algo que se quiere. El mecanismo de retroalimentación es el estímulo que nos hace repetir la actividad una y otra vez.
- (Chen y Michael, 2005), Proof of Learning: Assessment in Serious Games. Los juegos serios como herramienta educativa para la evaluación del proceso y la evaluación del maestro. Los diseñadores deberán ir más allá de simples preguntas de opción múltiple e incorporar lo mejor de los tutoriales de videojuegos con técnicas educativas y psicométricas sólidas.
- (Squire, 2006), From content to context: Videogames as designed experience. Las simulaciones posibilitan el construir, investigar, e interrogar al propio mundo y al virtual. Los jugadores desarrollan nuevas identidades tanto a través del juego como a través de las comunidades de juegos en las que estas identidades se promulgan.
- (Martínez-Ortiz, Moreno-Ger, Sierra y Fernández-Manjón, 2006), Production and Deployment of Educational Videogames as Assessable Learning Objects. Ofrecen una

alternativa válida para la inclusión gradual de juegos pequeños en cursos en línea incluyéndolos en LMS preexistentes, a su vez el sistema puede enviar datos al juego permitiendo que la experiencia de juego sea adaptable e incorporado mecanismo de evaluación elemento que mejora su valor educativo de la herramienta.

- (Lacasa et al. 2007), Aprendiendo con los videojuegos comerciales, un puente entre el ocio y la educación. En apoyo de Electronic Arts, informe que aporta los resultados de un estudio de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula, cuando los videojuegos comerciales se convierten en instrumentos educativos.
- (Derryberry, 2007), Serious games: online games for learning. Los juegos serios ofrecen un enfoque poderoso y efectivo para el aprendizaje y el desarrollo de habilidades. El videojuego se ha vuelto atractivo para ejecutivos, directivos, economistas, entidades financieras.
- (Sádaba y Naval, 2008), Una aproximación a la virtualidad educativa de los videojuegos. En el juego digital se puede compartir con amigos, o bien con la propia máquina que ejerce las veces de “otro”.
- (Gros y Garrido, 2008), “Con el dedo en la pantalla”: el uso de un videojuego de estrategia en la mediación de aprendizajes curriculares. “Los juegos digitales, en sus diferentes plataformas, constituyen en este momento la entrada de los niños y adolescentes a la cultura digital” (p. 112), los juegos digitales además de brindar la oportunidad de desarrollar destrezas cognitivas, habilidades motoras, de percepción y de razonamiento abstracto, estimulan la autoestima al constituirse en un factor motivacional.
- (Shute et al. 2009), Melding the power of serious games and embedded assessment to monitor and foster learning. Publicación donde se presenta como alternativa el uso de videojuegos para evaluar habilidades cognitivas.
- (Blanco, Torrente y Marchiori, 2010). Conciben la posibilidad de realizar la evaluación del aprendizaje basado en juegos con <e-adventure> y en entorno de control de actividades de aprendizaje LAMS, este enfoque representa un avance significativo al permitir vincular sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) con actividades evaluativas basadas en juegos a programas de formación virtual.
- (Mejía, 2012, p. 226). En el marco de las investigaciones realizadas con niños en edad escolar, utilizando juegos comerciales como actividades propicias en la resolución de problemas y a través de juegos de estrategia, en contraposición a las tareas escolares que poca significancia tiene para el aprendiz, “los videojuegos aparecen como una opción para llevar a cabo procesos de evaluación cognitiva”.

- (Serrano-Laguna, Torrente, Moreno-Ger y Fernández-Manjón, 2012). Concluyen que, a la utilización de técnicas de seguimiento en videojuegos más bien simples, significa una ventaja en comparación con otros sistemas de evaluación, que se alimentan con menos datos de calidad, reforzando la idea que juegos digitales se obtienen gran cantidad de información para poder evaluar desde varias perspectivas.
- (Del Castillo, Herrero, Garcia, Checa & Monjolat, 2013), Desarrollo de competencias a través de los videojuegos deportivos: alfabetización digital e identidad. El aprendizaje al que puede dar lugar un videojuego no se extingue cuando el jugador termina la partida.
- (Sampayo-Vargas, Cope, He, & Byrne, 2013), The effectiveness of adaptive difficulty adjustments on students' motivation and learning in an educational computer game. Los juegos con ajuste de dificultad adaptable logran resultados de aprendizaje significativamente mayores.
- (Kiili, Devlin, Perttula, Tuomi y Lindstedt, 2015), Using video games to combine learning and assessment in mathematics education. Los videojuegos pueden usarse para evaluar el conocimiento matemático de manera válida e incluso la evaluación basada en juegos puede crear una imagen más completa del conocimiento matemático que simplemente medir la precisión de los estudiantes, proporcionando indicadores de los conceptos erróneos de los estudiantes y los procesos de cambio conceptual.
- (Chebaa et al. 2016), Multimodal analysis of serious games for cognitive and physiological assessment. Escrito que muestra el resultado del proyecto de desarrollo de cuatro juegos serios que tienen el potencial de evaluar las condiciones de los usuarios en función de mediciones realizadas a través de sensores.
- (Westera, 2016), Performance assessment in serious games: Compensating for the effects of randomness. Los indicadores del rendimiento y la progresión del jugador, derivados de las acciones y decisiones en juegos serios pueden ser muy imprecisos y poco fiables como resultado de la aleatoriedad.

### **2.2.3. Evaluación encubierta**

Este término hace referencia a la forma en que se recolecta la información evaluativa, de tal forma que el estudiante no se percate que lo están evaluando. La evaluación se realiza en el marco de otra actividad como puede ser una conversación un socio drama o un juego.

“La evaluación encubierta se integra directamente en la estructura del entorno de instrucción para apoyar el aprendizaje de contenidos importantes y competencias clave. Esto representa

un proceso silencioso pero poderoso mediante el cual se recogen continuamente los datos de rendimiento del estudiante durante el curso del juego/aprendizaje y se hacen inferencias sobre el nivel de competencias relevantes.” (Shute, 2011).

Es precisamente en el entorno del juego donde se puede aplicar con mayor grado de invisibilidad la evaluación.

#### **2.2.4. Evaluación en el aula**

En términos pedagógicos se pueden encontrar varias concepciones al término “evaluación”, dichas concepciones varían conforme a las prácticas metodológicas. Sin embargo, lo que resulta a fin a todos los conceptos, es el objetivo de evaluar, el cual consiste en retroalimentar el proceso formativo, con el ánimo de propiciar que el aprendiz aprenda.

“La evaluación es el estímulo más significativo para el aprendizaje: Todo acto de evaluación da un mensaje a los estudiantes acerca de lo que ellos deben aprender y cómo deben hacerlo.(...), la evaluación es entendida entonces como un proceso continuo y permanente de recopilación de evidencias que permiten verificar el cumplimiento de los resultados de aprendizaje establecidos en los programas de estudio, comparando las evidencias con lo establecido en los resultados de aprendizaje se podrá emitir un juicio sobre el desempeño que va teniendo un alumno, así como su correspondiente retroalimentación.” (Salazar-Vázquez et al., 2011, p. 34).

Esta definición enmarca distintas formas de evaluar y permite deducir que en el proceso evaluativo es preciso aplicar distintas herramientas e instrumentos para que el proceso de aprendizaje se afecte positivamente. El objetivo de toda evaluación es extraer conclusiones con respecto a las aptitudes de los estudiantes, es decir, conclusiones que se extienden más allá de los problemas particulares (Case y Swanson, 1998).

##### **2.2.4.1. Estrategias de evaluación**

Son el grupo de metodologías, técnicas e instrumentos empelados para evaluar el aprendizaje del estudiante. Las metodologías comprenden los mecanismos y procesos utilizados por el docente para alcanzar el objetivo planteado, las técnicas son los procedimientos utilizados para obtener

información acerca del aprendizaje y los instrumentos son las herramientas a través de las cuales se obtiene información acerca del proceso de enseñanza y de aprendizaje. A continuación, se clasifican las distintas técnicas de evaluación. En la tabla 2 se describen los tres técnicas de evaluación descritas por (Díaz, 2006), relacionándolas con ejemplos.

Tipo	Definición	Ejemplos
Informal	Consiste en evaluar en el momento en que se producen los procesos de aprendizaje.	Guía de observación. Registro anecdótico. Diario de clase. Diario de trabajo.
Semiformales	Se recogen evidencias estructuradas con información valiosa del desempeño de los estudiantes.	Cuadernos. Organizadores gráficos. Portafolio.
Formales	Consiste en una o varias preguntas generadoras a las cuales el estudiante debe responder de manera oral o escrita.	Mapas conceptuales. Ensayo. Pruebas o exámenes.

**Tabla 2. Técnicas de evaluación.**

### **Pruebas o exámenes**

Se pueden definir como “situaciones controladas donde se intenta verificar el grado de rendimiento o aprendizaje logrado por los aprendices” (Díaz, 2006, p. 379). Consisten en una serie de reactivos (preguntas), elaborados por un experto en el tema, buscando un tipo de evaluación objetiva, permitiendo en principio cuantificar el grado de aprendizaje alcanzado durante el proceso. Existen dos tipos de reactivos dependiendo del nivel de estructuración:

- Respuesta abierta y desarrollo del tema: demandan del aprendiz habilidades de procesamiento de información.
- Respuesta cerrada (estructurada): exigen del aprendiz el reconocimiento de la información.

**Pruebas de respuesta cerrada:** son pruebas tipo test donde se puede encontrar reactivos de falso o verdadero, correspondencia, complementar y opción múltiple. Para Case y Swanson (1998), las preguntas de opción múltiple pueden dividirse en dos grupos: verdadero o falso y única respuesta.

**Verdadero o falso:** para este tipo de reactivo, el estudiante tiene que evaluar hasta qué punto una respuesta debe ser considerada cierta. Como se deben elegir todas las opciones que son “verdaderas”, los reactivos de verdadero o falso deben cumplir con las siguientes características:

- Los enunciados deben ser claros y sin ambigüedades.
- Las opciones deben ser completamente verdaderas o falsas.

**Única respuesta:** para este tipo preguntas, el estudiante aborda un enunciado (opcional) y una pregunta, seguida de una serie de opciones que tienen normalmente una respuesta correcta y varios distractores.

### **2.2.5. Motor de desarrollo de videojuegos**

La expresión motor de juego apareció en la mitad de la década de los 90s, con el lanzamiento del hito en videojuegos Doom. El diseño de Doom se orientó a la reutilización de módulos con los componentes fundamentales. Ejemplo de ello son, el sistema de renderizado gráfico, el sistema de audio y otros elementos. Esto permitió diseñar videojuegos del mismo tipo sin modificar considerablemente el núcleo del juego, priorizando otras tareas como la historia, reglas o elementos artísticos. Esta orientación incrementó el surgimiento de nuevas herramientas que facilitan el desarrollo de videojuegos. El motor de desarrollo debe ofrecer herramientas que faciliten la gestión de:

- Renderizado (render) para gráficos.
- Física de objetos.
- Colisiones.
- Sonidos.
- Animación.
- Inteligencia artificial.
- Comunicación en red.
- Memoria.
- Soporte.

Concretamente, se define como motor de desarrollo de videojuegos al software diseñado para crear y desarrollar juegos.

### **2.2.6. Didáctica de la química**

La temática de la química es difícil de aprender, en relación a que el aprendiz requiere realizar un gran esfuerzo intelectual en varios aspectos. Inicialmente, la adquisición de la información, bien sea transmitida por el docente o adquirida de forma directa por observación de fenómenos y hechos, posteriormente, interpretar, comparar y contrastar con los conocimientos propios.

Definitivamente, para que el aprendizaje sea significativo, el nuevo conocimiento debe ser conectado con lo ya conocido. En este escenario la formación en química se dificulta en el sentido que requiere vincular el mundo físico (macro, de enormes proporciones) con elementos imperceptibles (micro, átomos y moléculas). Donde se utiliza un sistema de representaciones simbólicas (fórmulas, estructuras, entre otras.) y además un nuevo lenguaje, que en palabras de Merino, Arellano y Adúriz-Bravo (2014) la química “remite a un mundo muy diferente del que nos rodea, en el que no se reconoce ni tan siquiera el laboratorio” (p. 14).

En este escenario, se requiere la utilización de herramientas visuales en la enseñanza de la química, el uso de imágenes, modelos concretos, fotos, gráficos, diagramas, programas computacionales y otras herramientas de visualización, debido a que pueden mejorar la capacidad de representación del aprendiz y ayudar a comprender los fenómenos químicos ya que pueden ilustrar ideas que las palabras no pueden describir.

Para la enseñanza de la química ningún método resulta infalible, en la etapa adaptativa de la asignatura, el docente de química debe tomar en cuenta distintas metodologías e ir depurando y seleccionando todas las que propicien un escenario facilitador de los procesos de aprendizaje en que se ve inmerso el estudiante. Dependiendo de distintas variables que intervienen en el proceso como la temática, el tipo de audiencia, los recursos logísticos disponibles, entre otros, algunas metodologías resultaran más convenientes que otras.

Otro elemento fundamental a considerar es la evaluación del proceso de aprendizaje que permite determinar la eficiencia de las metodologías empleadas. Es el momento pertinente para recolectar información y resultados del proceso, permitiendo identificar las modificaciones que se han de implementar para que el aprendizaje sea significativo. La evaluación persigue por un lado el ajustar prácticas docentes y por otro fortalecer el proceso de aprendizaje.

### **2.2.7. Química del de carbono**

En este capítulo se presentarán los elementos conceptuales disciplinares que orientaron el desarrollo de **Carburatom**.

Para Carpi (2002), el carbono es un elemento sin igual, se encuentra en formas diversas más que cualquier otro elemento en la tabla periódica. El carbono es un elemento tan importante que un campo de la química completamente separado está dedicado a este elemento y sus compuestos, es la química orgánica la encargada del estudio de los compuestos de carbono.

El carbono(C) tiene cuatro electrones en su capa de valencia. Al igual que otros elementos no metálicos el carbono requiere ocho electrones para satisfacer su capa de valencia. Por lo tanto, el carbono forma cuatro enlaces con otros átomos. Estos enlaces forman un tetraedro como se ilustra el Anexo 1.

Los compuestos orgánicos son tan diversos como las diferentes formas en que el átomo de carbono puede unirse a otros átomos. Los compuestos orgánicos más simples se conocen como hidrocarburos, estos contienen solo átomos de carbono e hidrógeno.

#### **Compuestos orgánicos hidrocarburos**

Los hidrocarburos son moléculas orgánicas compuestas por átomos de carbono e hidrógeno. En la vida diaria a menudo se usan hidrocarburos: por ejemplo, el propano en una parrilla a gas y el butano en un encendedor son ambos hidrocarburos. Son buenos combustibles porque sus enlaces covalentes almacenan una gran cantidad de energía, que se libera cuando las moléculas se queman. El hidrocarburo más simple (metano) está compuesto por un átomo de carbono enlazado a cuatro de hidrógeno, se puede ver en el Anexo 1.

El átomo de carbono además de unirse a átomos de hidrógeno puede unirse a otros átomos de carbono. La singularidad del carbono radica en que puede unirse a sí mismo de muchas formas, pudiendo formar largas cadenas, cadenas ramificadas, anillos. Pero la complejidad y cantidad de compuestos hidrocarburos se aumenta al aprovechar la versatilidad del átomo de carbono, luego este no tiene por qué formar los cuatro enlaces con cuatro átomos distintos. Los átomos de carbono pueden formar enlaces dobles y triples con otros átomos de carbono. Los hidrocarburos simples se

presentan en tres variedades (Alcanos, alquenos y alquinos), dependiendo de los enlaces carbono-carbono producidos en la molécula. La variedad de enlaces que puede formar el átomo de carbono se puede ver en el Anexo 1.

**Alcanos:** primera clase de hidrocarburos simples, se rigen por la fórmula general  $C_nH_{2n+2}$  y solo contiene enlaces simples carbono-carbono. Se nombran combinando el prefijo que describe el número de átomos de carbono presentes en la molécula con la terminación sistemática de los alcanos ANO. La tabla de los primeros 10 alcanos se puede ver en el Anexo 1.

**Alquenos:** segunda clase de hidrocarburos simples, se rigen por la fórmula general  $C_nH_{2n}$  y contienen al menos un enlace doble carbono-carbono. Se nombran combinando el prefijo que describe el número de átomos de carbono presentes en la molécula con la terminación sistemática de los alquenos ENO. La tabla de los primeros 10 alquenos se puede ver en el Anexo 1.

**Alquinos:** tercera clase de hidrocarburos simples, se rigen por la fórmula general  $C_nH_{2n-2}$  y contienen al menos un enlace triple carbono-carbono. Se nombran combinando el prefijo que describe el número de átomos de carbono presentes en la molécula con la terminación sistemática de los alquinos INO. La tabla de los primeros 10 alquinos se puede ver en el Anexo 1.

### 3. Objetivos y metodología

En este capítulo se despliegan los objetivos que orientan el presente proyecto, así como la metodología que se siguió para el desarrollo de **Carburatom**.

#### 3.1. Objetivos

A continuación, se describen los objetivos generales y específicos del presente proyecto.

##### 3.1.1. General

Diseñar y desarrollar un videojuego que permita evaluar de manera encubierta el grado de evolución que el estudiante va teniendo dentro del proceso de aprendizaje en la asignatura de química, específicamente en la temática de hidrocarburos.

##### 3.1.2. Específicos

Los objetivos específicos del presente proyecto son:

- Realizar el diseño del juego digital en apoyo con un docente especialista en química.
- Desarrollar una herramienta software (juego digital), que permita realizar procesos de evaluación encubierta de la temática de hidrocarburos.
- Realizar una prueba de campo experimental con estudiantes, validada por un especialista en el área de la química aplicando el videojuego desarrollado.
- Analizar los resultados de la prueba de campo confrontando los datos obtenidos a través de la prueba tradicional con los datos obtenidos en la evaluación encubierta a través del juego digital.

## 3.2. Metodología

En el presente proyecto de desarrollo de software se hará uso de una metodología “Ágil”. Ésta se caracteriza por una serie de iteraciones cíclicas donde, en virtud de los errores encontrados, se pueden producir cambios a partir de correcciones en los ciclos de desarrollo del producto.

El enfoque metodológico ágil definido para el desarrollo del videojuego es el ASD (Adaptive Software Development), Desarrollo de Software Adaptable, propuesto por Jim Highsmith. En esta metodología no hay un ciclo tradicional de planificación-diseño-construcción del software, sino un ciclo especular-colaborar-aprender, guiado por la revisión de los componentes que sirve para aprender de los errores y volver a iniciar el ciclo de desarrollo (Tutorials Point, 2016).

- **Especular**. En ASD, la especulación reemplaza el termino rígido, planeación. Mientras se especula, no se abandona la planificación, pero se reconoce la incertidumbre en problemas complejos, lo que alienta la exploración en iteraciones con ciclos cortos.
- **Colaborar**. Las aplicaciones complejas no se construyen, evolucionan. Requieren recopilar, analizar y procesar información, dando como resultado diversos requisitos de conocimiento.
- **Aprender**. El elemento de aprendizaje del ciclo de vida es vital para el éxito del proyecto. En él, el desarrollador y el cliente examinan sus ideas usando los resultados de cada ciclo de desarrollo para aprender la dirección del siguiente ciclo. Las iteraciones deben ser cortas, para aprender de errores pequeños.

Para el desarrollo **Carburatom** se realizaron iteraciones que culminaban con pruebas de desarrollo con el equipo colaborador. Producto de cada iteración se definía el camino a seguir.

## 4. Diseño y desarrollo del videojuego Carburatom

En este capítulo se describen los distintos elementos que orientaron el desarrollo de **Carburatom**. Teniendo en cuenta que la metodología para el desarrollo es el ASD, algunos de los elementos descritos en este capítulo, se realizaron en una serie de iteraciones, tanto en el diseño como en el desarrollo, que concluyeron con el producto **Carburatom**, al cual se puede acceder a través del siguiente link: <http://Carburatom.260mb.net/?i=1>

El primer elemento a tener en cuenta son los requisitos. En ese sentido utilizando como guía entrevistas con dos docentes de química, un ingeniero químico y un estudiante de ingeniería química, se determinó que el tema a tratar debía ser química orgánica concretamente hidrocarburos. Esto por tratarse de un tema esencial en el abordaje de esta asignatura. Por otro lado, es un tema que cobra relevancia dada la alta frecuencia con la que, en pruebas de estado, de acceso a la educación superior, se abordan preguntas sobre la temática de hidrocarburos.

### 4.1. Identificación de requisitos

Cuando se ha identificado el tema a abordar se procede a concretar los requisitos funcionales del juego, dentro de los que están contenidos los requisitos disciplinares, pedagógicos y de funcionamiento que orientaran el desarrollo del videojuego. Por otro lado, como requisitos no funcionales, lo principal a tener en cuenta en este tipo de juegos es la usabilidad. Así que, **Carburatom**, se ha diseñado prestando especial atención a la facilidad de uso por parte de los estudiantes, lo que se pudo comprobar en las pruebas experimentales realizadas.

Inicialmente se definen los requisitos disciplinares que son el eje en torno a los que gira el proyecto. Posteriormente, consecuente a la metodología seleccionada se plantean de manera especulativa los requisitos pedagógicos y de funcionamiento que se van complementando en cada una de las iteraciones del ciclo de desarrollo.

#### 4.1.1. Requisitos disciplinares en química de hidrocarburos

Al tratarse de un videojuego educativo en química, su contenido tiene que cumplir con unos requisitos disciplinares desde la asignatura. Es por ello que en compañía con un docente de química se orientan dichos aspectos, abordando las siguientes temáticas.

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

**R D 1. Estructura de hidrocarburos:** en el juego se debe poder identificar la estructura básica de hidrocarburos, moléculas compuestas por átomos de carbono e hidrogeno.

**R D 2. Fórmula molecular de hidrocarburos:** en el sondeo realizado por el juego se debe abordar la formula molecular de hidrocarburos o la cantidad real de átomos que conforman la molécula del hidrocarburo.

**R D 3. Fórmula general de los hidrocarburos:** se pueden crear niveles que reten al jugador a clasificar e identificar los hidrocarburos conforme a su fórmula general dependiendo si son alcanos, alquenos o alquinos de cadena abierta; alquenos de un solo doble enlace y alquinos de un triple enlace.

**R D 4. Clasificación de hidrocarburos:** el flujo del juego debe poder identificar si el jugador clasifica los hidrocarburos en alcanos, alquenos, alquinos, ciclo alcanos, ciclo alquenos, ciclo alquinos, alcanos ramificados, alquenos ramificados, alquinos ramificados, aromáticos.

**R D 5. Manejo de nomenclatura:** como tema esencial en la química, el juego debe sondear que tanto el jugador identifica las reglas para la designación e identificación de los hidrocarburos.

**R D 6. Fórmula estructural:** tema opcional, forma en la que se unen los átomos.

**R D 7. Fórmula geométrica:** tema opcional, disposición tridimensional de los átomos.

#### **4.1.2. Requisitos pedagógicos**

Otro elemento que debe guiar el diseño del juego son los requisitos o criterios pedagógicos, acerca de cómo entender y mejorar el proceso educativo y evaluativo, a los cuales se llega desde el ejercicio de reflexión docente.

**R P 1. Instrucciones claras:** con el ánimo que el jugador entienda los objetivos del juego es apropiado antes de iniciar cada nivel indicar claramente las dinámicas del juego, así como los objetivos a alcanzar.

**R P 2. Modulación:** el juego se debe dividir en varios niveles conforme a los requisitos disciplinares, incluso se puede fragmentar en varias partes que aborden parcialmente el tema por lo extenso de la temática.

**R P 3. Estímulo:** el juego debe persuadir al jugador a superar los niveles.

**R P 4. Retroalimentación:** terminado cada nivel es conveniente mostrar un resumen de los resultados obtenidos, al igual que una clasificación conforme al nivel de competencia obtenidos por el jugador, presentándole una sugerencia o felicitación conforme al caso.

**R P 5. Ambientación:** por tratarse de un juego de química los escenarios y personajes deben transmitir información referente al tema.

**R P 6. Generar análisis:** es indispensable que, a través la interacción con el juego, el jugador experimente procesos de reflexión que simulan el estar resolviendo una evaluación formal.

**R P 7. Toma de decisiones bajo presión:** las mecánicas de juego deben ser dinámicas y desafiantes exigiendo del jugador tomar decisiones rápidas y en lo posible acertadas para poder avanzar y superar los niveles.

**R P 8. Promover la sana competencia:** el juego es un medio por el cual el jugador compite con otros para mejorar su desempeño.

**R P 9. Intuitivo:** el usuario podrá seguir el flujo del juego sin requerir ayuda, después de haber recibido las instrucciones e información necesaria al inicio de la sesión.

**R P 10. Reflexión:** es indispensable que a través de la interacción con el juego el jugador experimente procesos de reflexión que simulan el estar resolviendo una evaluación formal.

#### **4.1.3. Requisitos de funcionamiento**

Los requisitos de funcionamiento de **Carburatom** determinan que tipo de dispositivos se van a utilizar, así como los requerimientos técnicos del sistema.

**R F 1. Juego de ordenador:** la actividad de juego se realizará a través de computador.

**R F 2. Dispositivos:** las mecánicas del juego serán sencillas utilizando los dispositivos básicos del computador teclado y/o el mouse.

**R F 3. Compatibilidad:** el juego se diseñará para ser usado sobre sistema operativo Windows 7. Sin embargo, debe ser compatible a otros sistemas operativos de computador.

**R F 4. Resolución:** la interfaz debe ajustarse al tamaño y configuración del monitor utilizado.

**R F 5. Registro:** el usuario se registrará con un Nick al inicio del juego.

**R F 6. Aciertos:** los aciertos por destruir o recoger objetivos deben sumar puntuación y/o número de oportunidades.

**R F 7. Equivocaciones:** los desaciertos en destruir o recoger objetivos deben sumar puntuación y/o número de oportunidades.

**R F 8. Duración:** cada nivel tendrá una duración aproximada de 3 minutos.

**R F 9. Oportunidades limitadas:** cuando inicie cada nivel se debe contar con una cantidad de oportunidades que aumenten o disminuyan conforme a la interacción del usuario con el juego.

**R F 10. Información de resultados:** en cada nivel se deben mostrar el tiempo restante, puntuación y cantidad de oportunidades restantes.

**R F 11. Progresión:** al terminar cada nivel y superar la competencia valorada, se habilitarán otros niveles con distintos grados de dificultad y/o que valoren otra competencia.

**R F 12. Almacenamiento:** terminado cada nivel se almacenará la información de Nick y puntuación.

## 4.2. Elementos de diseño de Carburatom

En esta sección se describen todos los elementos de diseño del videojuego **Carburatom**, comenzando por los objetivos del juego.

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

#### 4.2.1. Objetivos del juego

El Objetivo explícito de cada uno de los niveles es alcanzar la mayor puntuación, sobreviviendo el mayor tiempo posible. Sin embargo, en cada nivel se presenta un objetivo pedagógico (evaluación de competencias), como se puede ver en la tabla 3. En esta tabla se relacionan los objetivos pedagógicos de cada uno de los niveles de **Carburatom**.

Nivel	Objetivo Pedagógico (Competencia a evaluar)
1 – 2	Estructura básica de hidrocarburos.
3 – 4	Clasificación de los hidrocarburos en alcanos, alquenos, alquinos.
5	Identifica las reglas para designar y denominar los hidrocarburos alcanos, alquenos, alquinos.

Tabla 3. Competencias a evaluar en cada nivel.

#### 4.2.2. Reglas del juego

**Carburatom** despliega dos tipos de reglas, las explícitas y las implícitas.

**Explícitas:** aquí se enmarcan reglas que se presentan en la mayoría de juegos de arcade de naves como evadir o eliminar obstáculos, recoger objetivos y dirigir el personaje a un lugar específico.

**Implícitas:** las reglas implícitas están enmarcadas en la temática de química orgánica de hidrocarburos, donde se respetan una serie de normas como lo son las fórmulas generales de los alcanos, alquenos y alquinos así:  $C_nH_{2n+2}$ ,  $C_nH_{2n}$  y  $C_nH_{2n-2}$ , respectivamente.

#### 4.2.3. Fantasía del juego

Haciendo uso de la mecánica de juego tipo arcade de naves y disparos, el juego transporta al usuario a un mundo sub-atómico compuesto por estructuras moleculares orgánicas e inorgánicas.

#### 4.2.4. Escenario educativo del juego

**Carburatom** se concibe para ser utilizado en un ambiente pedagógico, es por esto que se plantearon una serie de interrogantes que se describen a continuación.

**¿A quién va dirigido el juego?:** a estudiantes de secundaria que cursan grados 10º y 11º.

**¿Qué temática aborda?:** se pretenden evaluar temas referentes a química de hidrocarburos.

**¿Se juega en el aula o en casa?:** principalmente es para uso en la asignatura de química para evaluar o repasar contenidos sobre hidrocarburos, pero igualmente se puede desarrollar en el hogar para repasar contenidos sobre hidrocarburos y ser autoevaluado.

**¿Se podría usar un entorno e-Learning para distribuir el juego?:** lo ideal sería que se pudiera jugar y/o distribuir a través de una plataforma e-Learning. **Carburatom** fue desarrollado utilizando el motor Construc 2, el cual permite exportar el proyecto en formato HTML5, formato compatible con el estándar SCORM (Sharable Content Object Reference Model) que consiste en un modelo de referencia para crear objetos pedagógicos. El juego está diseñado para jugarlo en línea por lo que resulta compatible y adaptable a cualquier plataforma LMS.

#### **4.2.5. Diseño pedagógico de la evaluación encubierta**

En el diseño propuesto y para que el juego cumpla con el propósito de permitir simular una evaluación estándar, se escoge la modalidad de juego arcade de naves y disparos que permite introducir con alto grado de efectividad preguntas de respuesta cerrada. Cada nivel de juego está relacionado con alguna de las preguntas de la prueba estándar de química, prueba descrita en la sección 5.2.2.2.

##### **4.2.5.1. Preguntas tipo verdadero o falso en Carburatom**

En el diseño de los niveles primero, segundo y cuarto, se utiliza preguntas de respuesta cerrada tipo verdadero o falso, del siguiente modo:

- **Primero y segundo nivel**

**Pregunta real:** Estos niveles tienen relación con la pregunta 1 de la prueba estándar de química, “Seleccione de los siguientes compuestos los que corresponden a hidrocarburos:”.

**Pregunta en Carburatom**: en la ventana de instrucciones de nivel se presentan las siguientes orientaciones:

- Recoger (Tocar con la nave) moléculas de hidrocarburos 50 pts c/u y suman vida.
- Destruir las moléculas de compuestos diferentes a hidrocarburos 10 pts c/u.
- Evitar colisionar con moléculas de compuestos diferentes a hidrocarburos para no perder vida.

**Opciones**: verdadero o falso.

- Verdadero: las acciones válidas en estos niveles son recoger moléculas de hidrocarburos. Esto se hace tocando con la nave los ovnis que transportan moléculas de hidrocarburos. Esta acción permite obtener 50 pts c/u y además sumar vida, ejemplo recoger  $C_2H_4$ .
- Falso: las acciones validadas como falso consisten en destruir los ovnis con moléculas de compuestos diferentes a hidrocarburos. Esta acción suma a la puntuación 10 pts c/u, ejemplos destruir  $H_2O$  o  $C_3H_6O_2$ .

Para conocer la ventana de nivel puede ver la Ilustración 4.

- **Cuarto nivel**

**Pregunta real**: este nivel obedece a las preguntas 5, 6 y 7 de la prueba estándar de química, “De los siguientes compuestos cuales corresponden a: alcanos, alquenos o alquinos:”.

**Pregunta en Carburatom**: en la ventana de instrucciones de nivel se presentan las siguientes indicaciones:

- Estar atentos al Tipo de compuesto que hay que recoger (tocar con la nave).
- Recoger (tocar con la nave) la mayor cantidad de moléculas indicadas 50 pts.
- Destruir las moléculas de compuestos diferentes al indicado 10 pts c/u.
- Evitar colisionar con moléculas de compuestos diferentes a hidrocarburos para no perder vida.

**Opciones**: verdadero o falso.

- Verdadero: el jugador deberá estar pendiente del tipo de compuesto indicado en el fondo de la pantalla, como se aprecia en la Ilustración 6. Cuarto nivel, para recoger el tipo de hidrocarburo indicado, mientras destruye los hidrocarburos de otro tipo.
- Falso: son los compuestos diferentes al indicado en el fondo de la pantalla.

#### 4.2.5.2. Preguntas tipo opción múltiple con única respuesta en Carburatom

En los diseños de los niveles tercero y quinto se utiliza preguntas de respuesta cerrada tipo opción múltiple con única respuesta, así:

- **Tercer nivel**

**Pregunta real:** este nivel no corresponde directamente a las preguntas formuladas en la prueba estándar de química. Sin embargo, si obedece a la pregunta implícita, “¿A qué tipo de hidrocarburo corresponde el compuesto (fórmula química)?”.

**Pregunta en Carburatom:** en las instrucciones de nivel se presentan las siguientes indicaciones:

- Dirigir las naves a uno de los tubos de acuerdo al tipo de molécula.
- Al acertar el tubo se suma a la puntuación 50 pts c/u.
- Los errores disminuyen la cantidad de oportunidades que se tienen.

**Opciones:** están representadas con el rotulo (alcano, alqueno y alquino) que se muestran en los tres tubos.

**Clave de respuesta:** dependiendo el tipo de compuesto mostrado.

Para conocer la ventana de nivel puede ver la Ilustración 5.

- **Quinto nivel**

**Pregunta real:** este nivel obedece a las preguntas 8, 9 y 10 de la prueba estándar de química, “¿Cuál es el nombre del compuesto (formula química)?”.

**Pregunta en Carburatom:** en las instrucciones de nivel se presentan las siguientes guías:

- Dirigir las naves a uno de los tubos de acuerdo al tipo de molécula.

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

- Al acertar el tubo se suma a la puntuación 50 ptos c/u.
- Los errores disminuyen la cantidad de oportunidades que se tienen.

**Opciones:** están representadas con el rotulo de tres compuestos (obtenidos aleatoriamente) ubicados uno en cada tubo.

**Clave de respuesta:** dependiendo del tipo de compuesto mostrado en el ovni transportador.

#### 4.2.6. Diseño del sistema de puntuación y desempeños

En los juegos digitales la puntuación es la forma más simple de conseguir retroalimentación ante las situaciones que nos plantea el sistema. Para Lowery & Knirk (1982), los videojuegos suministran feedback instantáneo a través de la presentación visual de puntuación al jugador. En la mayoría de videojuegos el sistema devuelve el resultado en forma de puntuación, por derribar aviones o naves alienígenas, por comerse frutas, bolitas o algún tipo de objeto en la escena, por resolver acertijos o por cualquier tipo de interacción que el sistema proporcione. En la tabla mostrada a continuación se describe el régimen de puntuación de los distintos niveles de **Carburatom**.

Nivel	Interacción	Puntos
1	Recoger ovnis con moléculas de hidrocarburos.	50 pts.
1	Destruir ovnis con moléculas de compuestos diferentes a hidrocarburos.	10 pts.
2	Recoger ovnis con moléculas de hidrocarburos.	50 pts.
2	Destruir ovnis con moléculas de compuestos diferentes a hidrocarburos.	10 pts.
3	Orientar apropiadamente el ovni al tubo según tipo de compuesto.	50 pts.
4	Recoger ovnis con moléculas de moléculas que coinciden con el tipo de hidrocarburo indicado.	50 pts.
4	Destruir ovnis con moléculas de compuestos diferentes al tipo de hidrocarburos indicado.	10 pts.
5	Orientar apropiadamente el ovni al tubo para que coincida según compuesto.	50 pts.

Tabla 4. Puntuación según la interacción.

En cada uno de los niveles de **Carburatom** y de acuerdo al tipo de interacción se planteó un régimen de puntuación definido en la tabla 4. En ella, se muestra en la primera columna el nivel, seguido del tipo de interacción del jugador y su correspondiente puntuación. Al iniciar cada nivel de

**Carburatom**, la puntuación empieza en cero, lo que indica que la puntuación de cada nivel es independiente. Esto debido a que en cada nivel se evalúa de manera encubierta el desempeño de una competencia diferente.

**Puntuación de nivel:** para que la puntuación corresponda con estándares pedagógicos, las puntuaciones finales de cada nivel se convierten a niveles de desempeño, según la escala nacional, y se asignan conforme a la puntuación otorgada por aciertos en la competencia evaluada en cada, como se indica en la tabla 5:

Desempeño	Puntuación	Equivalencia Nacional
Bajo	< 500	< 60%
Básico	Entre 500 y 800	Entre 60% y 80%
Alto	Entre 800 y 1200	Entre 80% y 90%
Superior	> 1200	> 90%

**Tabla 5. Desempeño en el juego y Equivalencias Nacionales.**

En esta tabla, se presenta para cada nivel de desempeño, el rango de puntuación y la equivalencia con la escala nacional.

- Una puntuación que se encuentre en un rango de 0 a 10 aciertos (500 pts), corresponden a un nivel de desempeño “Bajo”.
- Una puntuación que se encuentre en un rango de puntuación de 10 aciertos (500 pts) y 16 aciertos (800 pts) corresponden a un nivel de desempeño “Básico”.
- Para rangos de puntuación de 16 aciertos (800 pts) y 24 aciertos (1200 pts), corresponden a un nivel de desempeño “Alto”.
- Para rangos de puntuación superiores a 24 aciertos (1200 pts), corresponden a un nivel de desempeño “superior”.

La escala de puntuación de cada nivel de **Carburatom** oscila entre 0 y 3000 puntos. Sin embargo, al momento de convertirlo en desempeños no se utilizó el valor de 3000, para determinar porcentualmente el nivel de desempeño. Esto considerando que este tipo de videojuegos requieren de gran destreza motriz (coordinación y reflejos), que son competencias propias de otra área de estudio diferentes a la química.

Se tomó como referencia 24 aciertos, pues un estudiante que sea capaz de obtener dicha cantidad de aciertos, tomando decisiones bajo presión, es un indicador del dominio de la competencia evaluada. Esta conversión se asignó originalmente para el primer nivel y se heredó para los demás en virtud de la puntuación.

### **4.3. Desarrollo del videojuego Carburatom**

El desarrollo de un videojuego requiere de una serie de tareas especializadas, por lo general se necesita de un equipo de trabajo con especialistas en distintas áreas y con diferentes habilidades. El proyecto puede demandar conseguir programadores, modeladores, diseñadores, así como expertos en audio y animación.

El proyecto de **Carburatom** es un trabajo individual, desarrollado por un licenciado en informática, lo que significó la cualificación del desarrollador en aspectos como motores de desarrollo de videojuegos al igual que en herramientas de diseño. Por lo anterior **Carburatom** ha sido desarrollado inicialmente hasta un nivel de prototipo.

#### **4.3.1. Herramientas de desarrollo utilizadas**

En el marco del proyecto de **Carburatom** y con las limitantes en cuanto al equipo de trabajo, se hizo necesario escoger herramientas cuya curva de aprendizaje fuera alta. Se enfocaron los esfuerzos en el aprendizaje del manejo de un motor de desarrollo y software de diseño asistido por computador.

Al tratarse de un videojuego a nivel prototipo no contiene sonidos ni animaciones complejas que harían necesario el uso de herramientas especializadas en este tipo de tareas.

##### **4.3.1.1. Motor de desarrollo de videojuegos utilizado en Carburatom**

La herramienta escogida para el desarrollo de **Carburatom** fue Construct 2, dada su versatilidad al momento de realizar videojuegos y la facilidad para aprender a manipularlo.

## Construct 2

Motor de desarrollo de videojuegos creado por Scirra que permite crear juegos en 2D y requiere de conocimientos básicos de algoritmia. Incluye un editor de eventos innovador, fácil de aprender, y cuenta con infinidad de mecánicas y comportamientos preestablecidos, aspectos que los hacen muy fácil de usar (Bura, 2014).

La codificación en Construct 2 permite programar mediante un sistema lógico e intuitivo, funciona utilizando lógicas semejantes a la escritura, como vemos en la ilustración siguiente.

12	Keyboard	Up arrow is down	Personaje	Set animation to "Movimiento" (play from beginning)
			Add action	
13	Keyboard	Down arrow is down	Personaje	Set animation to "Movimiento" (play from beginning)
			Add action	
14	Keyboard	On any key released	Personaje	Set animation to "Quieto" (play from beginning)
			Add action	
15	System	Every Creacion* random(0.25,0.6) seconds	System	Create object Enemigo on layer "Juego" at (1455, random(60,700))
			Add action	
16	Enemigo	On created	Enemigo	Set Bullet angle of motion to 180 degrees
			Enemigo	Set Bullet speed to Velocidad*random(0.5,1)
			Enemigo	Set animation frame to random(48)
			Add action	

Ilustración 1. Código en Construct 2

En la Ilustración 1. Código en Construct 2 se puede ver la facilidad con la que se programa en Construct 2. La codificación es equivalente a como se construyen frases mediante una composición tipo "sujeto + verbo + predicado". Por ejemplo, en las líneas 12 y 13, se indica al personaje que realice una animación cuando se oprima alguna tecla de desplazamiento (arriba o abajo). Lo anterior en el editor de eventos se programa: evento en el teclado + esta oprimida la tecla "tecla" + iniciar animación del objeto. Todo con unos pocos clics.

Una de las características más importantes de Construct 2 y que impulso la decisión de escogerlo como motor de desarrollo en **Carburatom**, es que exporta las apps por defecto a HTML5 permitiendo subirlo a cualquier sitio en internet o un servidor local para jugarlo a través de cualquier navegador.

### 4.3.1.2. Software de diseño asistido por computador

Para componer los distintos elementos gráficos del videojuego (personajes, entorno y objetos, entre otros), se hace necesario utilizar herramientas de diseño.

Construct 2 tiene incorporado un editor básico de imágenes, que se queda bastante corto a la hora de diseñar personajes y aún más escenarios. En este sentido, la herramienta escogida para el diseño de imágenes para **Carburatom** fue CorelDraw.

### **CorelDraw**

CorelDraw es una herramienta profesional de diseño gráfico vectorial, desarrollada por la Corel Corporation. La mayor ventaja que ofrece CorelDraw es que es un programa vectorial, la cual permite crear imágenes que no pierden resolución cuando se redimensionan y permite exportar proyectos a infinidad de formatos gráficos, (Benavides, Sanchez, Sotelo, & Enríquez, 2012).

La curva de aprendizaje de CorelDraw es media debido a la gran cantidad de herramientas que ofrece. Sin embargo, cuando ya se ha trabajado con ella se pueden crear o editar diseños rápidamente permitiendo realizar labores complejas con muy pocos clics.

## **4.4. Descripción del juego digital desarrollado**

**Título:** CARBURATOM (CARBono – ATOMo)

**Recurso disponible en:** <http://Carburatom.260mb.net/?i=1>.

**Tipo de Juego:** juego educativo tipo arcade de naves y disparos.

**Reseña:** **Carburatom** es un juego educativo tipo arcade de naves y disparos que pretende adentrar al jugador en el emocionante mundo de la química, evaluando los conceptos básicos de química orgánica (hidrocarburos).

Está dirigido a jóvenes en edad escolar entre 14 y 17 años y/o estudiantes de educación secundaria.

El videojuego **Carburatom** está compuesto por cinco niveles a través de los cuales se sondean los desempeños que tienen los jugadores en competencias básicas de química, como son: estructura de hidrocarburos, fórmula molecular de hidrocarburos, fórmula general de los hidrocarburos, clasificación de hidrocarburos y manejo de nomenclatura.

## 4.5. Flujo del juego Carburatom y cumplimiento de requisitos

Con la intención de que el juego pueda ser ejecutado en cualquier sistema operativo se planteó realizarlo en línea, de modo que se juegue y ejecute desde un navegador cumpliendo con los requisitos R F 1, R F 3 y R F 4.

**Personajes.** En **Carburatom** existen 3 tipos de personaje, los cuales son descritos en el Anexo 2, cumpliendo el requisito R P 5.

**Procedimiento de inicio.** Al iniciar el juego se muestra el logo del juego y posteriormente conforme al requisito R F 5, se muestra la pantalla de registro que se muestra en la Ilustración 2, donde se ve la ventana de inicio. Aquí el usuario se registra ingresando su alias.

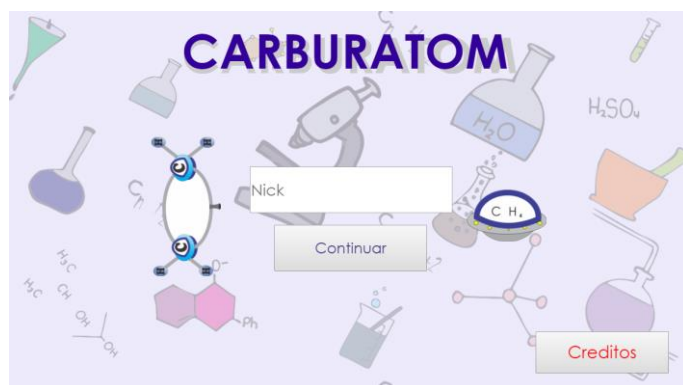
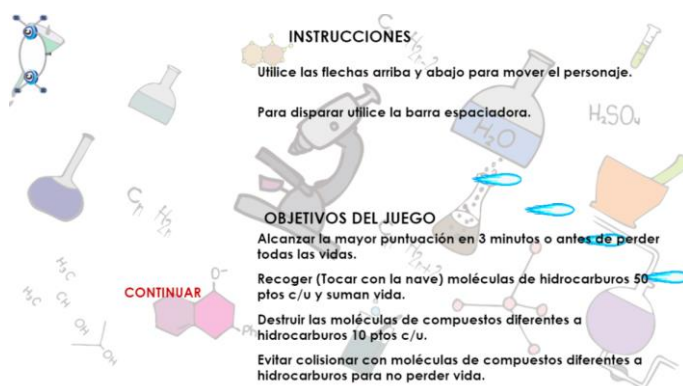


Ilustración 2. Pantalla inicial de registro, R F 5.

En cada uno de los niveles se pretende evaluar competencias disciplinares distintas, desde la identificación de la estructura básica de las moléculas de hidrocarburos hasta la identificación de los compuestos con su correspondiente nomenclatura.



Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

**Ilustración 3. Instrucciones de nivel, R P 1.**

En la Ilustración 3 se ve la ventana de instrucciones, que se presenta al iniciar cada nivel del juego, planteadas en el requisito R P 1.

**Primer nivel.** Se evalúa la competencia estructura básica de hidrocarburos, requisitos R D 1 y R D 2.



**Ilustración 4. Primer nivel**

La Ilustración 4 muestra la ventana del primer nivel donde el jugador manipula una nave espacial (con la estructura molecular del Eteno  $C_2H_4$ ) verticalmente con las flechas de dirección (arriba y abajo), disparando con la barra espaciadora. El personaje aparece en el borde izquierdo del escenario en un laboratorio de química. En este nivel, Etano debe intentar destruir ovnis que portan moléculas de compuestos diferentes a hidrocarburos acertándole dos disparos, mientras recoge (es decir, toca con la nave) moléculas de hidrocarburos, cumpliendo el requisito R P 5.

El objetivo principal del nivel es recoger los ovnis que transportan las moléculas de hidrocarburos (suma 50 puntos y suman vidas), mientras destruye (suma 10 puntos) o evade los ovnis de moléculas diferentes a hidrocarburos, requisitos R F 6 y R F 7. El grado de dificultad del primer nivel en cuanto a jugabilidad es bajo. Lo importante del nivel es que el usuario identifique apropiadamente las moléculas de hidrocarburos, obviando en gran medida las habilidades coordinativas y de reflejos.

El juego inicia con 3 minutos en el reloj y con 3 vidas, las cuales aumentan con los aciertos recogiendo ovnis hasta un total de 5 vidas. Las vidas disminuyen al dispararle a ovnis con moléculas de hidrocarburos o recoger compuestos diferentes a hidrocarburos, requisitos R F 6 a R F 8.

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

Los ovnis que portan las moléculas aparecen en el lado derecho de la ventana y se desplazan de derecha a izquierda hacia Etano, apareciendo desde distintas coordenadas en el eje vertical y viajando a distintas velocidades. La velocidad se incrementa con el paso del tiempo.

**Segundo nivel.** Se evalúa “estructura básica de hidrocarburos”, requisitos R D 1 y R D 2.

El jugador manipula a Eteno con las flechas de dirección, apuntando con el puntero del mouse y disparando con el botón izquierdo del mouse. Eteno aparece en el centro del escenario un tablero del aula de química, el personaje debe intentar destruir ovnis que portan moléculas de compuestos diferentes a hidrocarburos acertándole uno o dos disparos, mientras intenta recoger (tocando con la nave) ovnis con las moléculas de hidrocarburos, R P 5.

El nivel se diferencia del primero en que los ovnis vienen de todas las direcciones, el personaje se puede desplazar por todo el escenario recogiendo los ovnis de hidrocarburos, evadiendo y disparando a los ovnis de compuestos no hidrocarburos.

Se inicia el tiempo con 3 minutos y con 3 vidas las cuales aumentan con los aciertos recogiendo ovnis hasta un total de 5 vidas. Las vidas disminuyen al dispararle a ovnis con moléculas de hidrocarburos o recoger compuestos diferentes a hidrocarburos, requisitos R F 6 a R F 8.

La dificultad en este nivel es alta pues los ovnis vienen de todas las direcciones lo que requiere de buena concentración y buenos reflejos del jugador. Otro elemento de dificultad es la coordinación óculo-manual para desplazarse, apuntar y disparar. Se trata de un nivel opcional en el juego; por eso, se identifica con mensaje “Reto especial”, no afecta en la puntuación final del juego (sumatoria de puntuaciones al finalizar todos los niveles).

**Tercer nivel.** Se evalúa la competencia Formula General de Alcanos de enlace sencillo, Alquenos de un solo doble enlace y Alquinos de un solo triple enlace", requisitos R D 3 y R D 4.

En la Ilustración 5 se aprecia la ventana del nivel 3 donde el jugador manipula los personajes (Ovnis de hidrocarburos) verticalmente con las flechas de dirección (arriba y abajo) en tres posiciones de acuerdo a la ubicación de tres tubos recolectores identificados con los rótulos “ALCANO”, “ALQUENO” y “ALQUINO”. La flecha izquierda activa el hiper-impulso (aumento de velocidad).

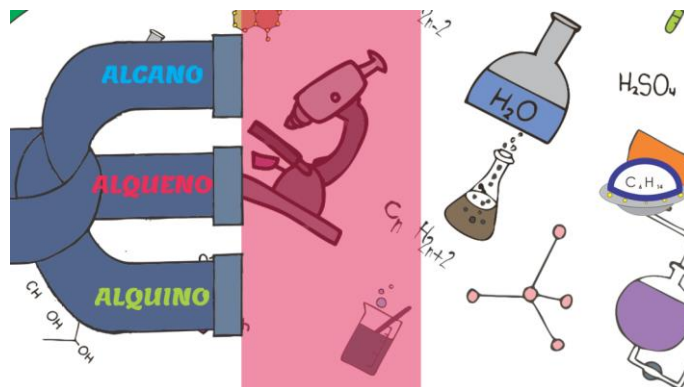


Ilustración 5. Tercer nivel

El jugador deberá direccionar los ovnis al tubo correspondiente posicionándolo al nivel del tubo seleccionado, antes que el ovni llegue al área de hiper-impulso, identificada con el color rojo, que dispara al ovni hacia el tubo seleccionado. Al acertar el tubo se suma a la puntuación 50 puntos; al errar el destino se resta una oportunidad. La dificultad en este nivel es media, centrando la atención en la apropiada identificación del tipo de hidrocarburo, pero haciendo que el usuario tome decisiones ágilmente.

Al igual que en los demás niveles el tiempo inicia con 3 minutos, se cuenta con 5 oportunidades las cuales van disminuyendo al errar el tubo de destino, requisitos R F 6 a R F 8.

**Cuarto nivel.** Se evalúa la competencia fórmula general de alcanos de enlace sencillo, alquenos de un solo doble enlace y alquinos de un solo triple enlace, requisitos R D 3 y R D 4.

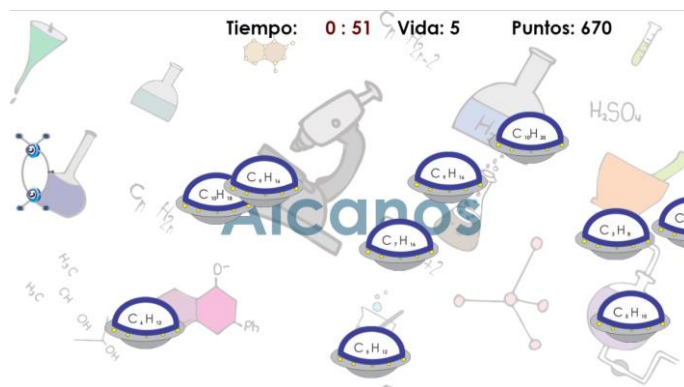


Ilustración 6. Cuarto nivel

En la Ilustración 6 se aprecia la ventana del nivel 4. El jugador manipula a Eteno verticalmente con las flechas de dirección (arriba y abajo), disparando con la barra espaciadora. El personaje aparece

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

en el borde izquierdo del escenario, un pizarrón del aula de química donde debe intentar destruir ovnis que portan moléculas de compuestos diferentes al relacionado en el tablero acertándole un disparo, mientras intenta recoger (tocar con la nave) ovnis con el tipo de moléculas de hidrocarburos apuntado en el tablero, (R P 5).

El objetivo principal del nivel es recoger los ovnis que transportan el tipo de moléculas de hidrocarburos relacionadas en el tablero (suma 50 puntos y suman vidas) mientras destruye (suma 10 puntos) o evade ovnis de moléculas diferentes a escritas en el pizarrón, requisitos R F 6 a R F 8.

La dificultad en este nivel es alta, el jugador requiere estar concentrado para determinar oportunamente el tipo de compuesto que va cambiando cada 30 segundos. Para hacer una buena puntuación, se debe plantear una buena estrategia que permita recoger ovnis en lugar de destruirlos, centrando la atención en la apropiada identificación del tipo de hidrocarburo.

Se trata de un nivel opcional en el juego similar al segundo nivel por eso se identifica con mensaje “Reto especial”, no afecta en la puntuación final del juego (sumatoria de puntuaciones al finalizar todos los niveles).

**Quinto nivel.** Nomenclatura de Hidrocarburos: alcanos, alquenos y alquinos, requisito R D 5.

El jugador manipula los personajes (Ovnis de hidrocarburos) verticalmente con las flechas de dirección (arriba y abajo) en tres posiciones de acuerdo a la ubicación de tres tubos recolectores, identificados con los rótulos con los nombres de los compuestos hidrocarburos, respetando las normas de nomenclatura de los alcanos, alquenos y alquinos. La flecha izquierda activa el hiper-impulso (aumento de velocidad).

El jugador deberá direccionar los ovnis al tubo correspondiente posicionándolo al nivel del tubo seleccionado, antes que el ovni llegue al área de hiper-impulso, identificada con el color rojo que dispara al ovni hacia el tubo seleccionado.

El tiempo inicia con 3 minutos, se cuanta con 5 oportunidades las que van disminuyendo al errar el tubo de destino, requisitos R F 6 a R F 8. Al acertar el tubo se suma a la puntuación 50 puntos, al errar el destino se resta una oportunidad.

La dificultad en este nivel es media, centrando la atención en la apropiada identificación de la fórmula general de los compuestos, relacionándolos con sus respectivos nombres, respetando las normas de nomenclatura de los alcanos, alquenos y alquinos, pero haciendo que el usuario tome decisiones ágilmente.

### Procedimiento de finalización de nivel.

Cada nivel termina cuando las vidas (oportunidades) o el tiempo llegan a 0, la información de Nick y puntuación son guardadas en una base de datos on-line, requisito R F 12. Este procedimiento es a fin a todos los niveles.



The image shows a screenshot of a game ranking screen titled "RANKING NIVEL 1". It features a purple semi-transparent box with a list of player names and their scores. The background is decorated with various chemistry-related icons like flasks, test tubes, and chemical structures.

Nombre	Puntuación
sebastian peña	2785
sebastian peña	2280
santiago	2235
sebastian peña	2175
santiago	2170
santiago	2145
Dayron Delgado	2125
michenturra	2075
Iguana mística	1985
Cesar Zuluaga	1975

Jorae su puntuación es: 1465

Ilustración 7. Tabla de mejores 10 puntuaciones de nivel, R P 8.

En la Ilustración 7 se muestra la tabla de mejores puntuaciones de nivel obtenidas de la base de datos del juego; este elemento se propone para promover la sana competencia, planteado en el requisito R P 8.



The image shows a screenshot of a game results screen titled "JUEGO TERMINADO". It features a purple semi-transparent box with summary statistics. The background is decorated with chemistry-related icons.

Totales	
Aciertos Recogidos:	20
Desaciertos Destruídos:	2
Aciertos Destruídos:	93
Desaciertos Recogidos:	3
<b>Puntuación:</b>	<b>1465</b>

Ilustración 8. Tabla de resultados

En la Ilustración 8 se muestra la tabla de resultados donde se presentan las incidencias del juego como cantidad de aciertos y equivocaciones.



Ilustración 9. Ventana de retroalimentación.

La Ilustración 9 exhibe el nivel de desempeño conforme a estándares nacionales (Bajo, básico, alto y superior) y la retroalimentación donde se da una recomendación al jugador conforme a la puntuación alcanzada en el nivel y se habilita el botón “Menú” que conduce a la interfaz de inicio.

### Desbloqueo de niveles.

Al iniciar el juego solo se encuentra habilitado el nivel 1. Para desbloquear los siguientes niveles es necesario superar el primer nivel, obteniendo una puntuación superior a 500 puntos o un nivel de desempeño básico, alto o superior. Esta acción habilita los niveles 2 y 3.

Para desbloquear los niveles superiores (4 y 5) es necesario superar el tercer nivel, obteniendo una puntuación superior a 500 puntos o un nivel de desempeño básico, alto o superior. Esta acción habilita los niveles 4 y 5.

El diagrama de flujo de **Carburatom** se puede ver en el Anexo 3.

## 5. Evaluación y Pruebas

Todo proyecto de desarrollo de software requiere de una serie de pruebas que permitan comprobar la eficacia de las decisiones tomadas en relación con el diseño y el funcionamiento de la herramienta propuesta para determinar los errores, fortalezas y debilidades de cara al producto final. Cabe mencionar que **Carburatom** aún se encuentra en fase de prototipo. Las pruebas se realizaron en dos etapas, la primera denominada pruebas de desarrollo y la segunda pruebas de **Carburatom**.

### 5.1. Pruebas de desarrollo

Conforme a la metodología ASD, en la primera etapa del proyecto durante la fase de desarrollo, se llevaron a cabo una serie de pruebas de los distintos niveles del videojuego. Mediante los cuales se detectan diferentes errores producidos durante la ejecución del juego, errores que fueron analizados y se realizaron las correspondientes correcciones.

Para la realización de esta etapa de pruebas se contó con un grupo de 9 personas voluntarias allegadas: 2 docentes de química, 1 ingeniero químico, 1 estudiante de ingeniera química, 1 estudiante de bioingeniería y 4 usuarios en edad escolar. Todos ellos con conocimientos específicos en química de hidrocarburos y dominios básicos del computador; algunos con habilidades como jugadores de videojuegos. Los integrantes de este grupo accedieron voluntariamente a probar el juego en sus distintas versiones. Se utilizaron dos metodologías para recolectar información.

- Se compartió el link de acceso a **Carburatom** vía e-mail y chat a un grupo de cinco personas expertas en la temática del juego y se les solicitó jugarlo y que devolvieran la retroalimentación que consideraran conveniente.
- • A cuatro personas se les invitó a jugar partidas mientras eran supervisadas, de esta manera, en el momento en el que se detectara un error de ejecución se registraba para el posterior análisis.

Los errores encontrados durante estos ciclos se registraban en la planilla para tal fin, como se puede ver en el Anexo 4. Estas pruebas se realizaron repetidas veces hasta obtener el videojuego **Carburatom**. Durante esta etapa se detectan errores de funcionamiento como:

- Inapropiada sumatoria de variables.
- Creación indebida de instancias de objetos.
- Mal almacenamiento en la base de datos.
- Objetos con comportamientos diferentes a los planteados.
- Entre otros.

Así mismo, en esta etapa se recolecto información y aplicando el concepto de ASD “Aprender” se permitió evolucionar en el proceso de desarrollo. Producto de este aprendizaje se produjeron mejoras de la interfaz de usuario y cambios en las mecánicas de juego. Ejemplo de ello es la incorporación de los niveles tres y cinco con unas dinámicas y mecánicas diferentes de juego que permiten cumplir de una mejor manera los objetivos disciplinares y pedagógicos del juego.

## 5.2. Pruebas de Carburatom

**Carburatom** al tratarse de un videojuego educativo–evaluativo, precisó realizar un test de experiencia de usuario, en conjunto con una prueba estándar de desempeño en las competencias relacionadas con el tema del juego (Química orgánica, hidrocarburos).

Particularmente, el objetivo de las pruebas realizadas permite: medir el nivel de satisfacción de los usuarios finales en su experiencia con **Carburatom** y comprobar si los resultados obtenidos a través de la interacción con el juego cumplen con el propósito de efectuar la evaluación encubierta del tema, química orgánica de hidrocarburos y determinar si la interacción con **Carburatom** produce mejorías en el resultado de aplicar una prueba estándar de química.

### 5.2.1. Muestra

Las pruebas de **Carburatom** se realizaron en la Institución Educativa Distrital Ricaurte de la ciudad de Bogotá Colombia, con 65 estudiantes de grado 11°, pertenecientes a los cursos 1101, 1102 y 1103 y dos docentes de la asignatura de química.

El grupo de la muestra estuvo compuesto por 28 mujeres y 37 hombres, cuyas edades oscilan entre los 16 y los 19 años. Los docentes: una mujer y un hombre, los dos mayores de 40 años.

## 5.2.2. Instrumentos

Para las pruebas de **Carburatom** se utilizaron los siguientes instrumentos:

### 5.2.2.1. Evaluación encubierta a través de Carburatom

Por medio de la interacción con el juego se realizó la evaluación encubierta de química, aprovechando que los estudiantes inconscientemente al estar jugando intentan resolver el cuestionario inmerso en el juego, y donde aparentemente no se lleva registro de los resultados de la actividad. Sin embargo, de manera invisible Carburatom envía la información automáticamente a la base de datos del juego. Esta situación fomenta la autonomía de los estudiantes al no encontrar la intervención directa del docente en el proceso.

Para tal efecto, se diseñó una versión especial del videojuego, modificando el flujo original para ajustarlo a las necesidades planteadas por los docentes de la asignatura. Esta versión contempla todos los niveles. Sin embargo, el flujo se modificó realizando primero los tres niveles obligatorios (1, 3 y 5) que presentan retos bajos en cuanto a jugabilidad y posteriormente habilitando los niveles opcionales que requieren mayores habilidades motrices del jugador.

A través de esta prueba se pretende realizar la evaluación encubierta, en la medida que en la ejecución de **Carburatom**, el sistema envía los datos de las puntuaciones a una base de datos.

Recurso disponible en: <http://Carburatom.260mb.net/?i=1>.

### 5.2.2.2. Prueba estándar de química

Esta prueba consiste en un cuestionario tipo test, compuesto por 10 preguntas cerradas, 6 preguntas de tipo única respuesta y 4 de verdadero o falso para que el estudiante evalúe hasta qué punto una opción es considerada cierta, todas las preguntas están relacionadas con el tema química orgánica – hidrocarburos.

El cuestionario fue validado por el docente de química colaborador del proyecto y digitalizado utilizando la herramienta Google forms. El cuestionario se puede ver en el Anexo 4.

Para la valoración, se totaliza sumando lo obtenido en cada una de las 10 preguntas, así:

- Reactivo de única respuesta: 0 o 1 puntos.
- Reactivo de verdadero o falso: Entre 0 y 1 puntos, esta pregunta permite respuesta parcial, por tanto el resultado dependerá de que tan acertada sea la respuesta.

La valoración final tiene como máximo valor 10 y como mínimo 1.

El valor mínimo se establece siguiendo los parámetros nacionales por tanto el valor mínimo es 1 y no 0.

Para obtener el resultado de este instrumento se utilizaron metodologías tanto electrónicas como manuales,

- Electrónica: en las preguntas con única respuesta, mediante la utilidad de Google Drive “TEST DE AUTOEVALUACIÓN”.
- Manual: en las preguntas de verdadero falso, ponderando las opciones seleccionadas por cada estudiante.

#### **5.2.2.3. Test de experiencia de usuario con Carburatom de los estudiantes**

La última herramienta utilizada con los estudiantes consiste en un cuestionario tipo test, compuesto por 21 preguntas cerradas, 5 preguntas abiertas, que busca medir el nivel de satisfacción de los usuarios de **Carburatom**.

Las preguntas cerradas son 21 afirmaciones asociadas a distintos aspectos presentes en la interacción con **Carburatom**, Para cada afirmación se debe marcar una opción de 1 a 5, según una escala de Likert, donde 1 corresponde a Completamente en Desacuerdo, 2 a En Desacuerdo, 3 a Indeciso, 4 a De Acuerdo y 5 a Completamente de Acuerdo. Las preguntas abiertas intentan recoger datos adicionales que puedan aportar los usuarios sobre su experiencia con **Carburatom**.

El test de experiencia de usuario con **Carburatom** de los estudiantes, fue digitalizado utilizando la herramienta de Google forms. El test se puede ver el Anexo 4.

#### 5.2.2.4. Test de experiencia de usuario con Carburatom de los docentes de química

Al aplicar todo juego educativo, en un proceso académico, se pueden distinguir dos tipos de usuarios protagonistas en el proceso, por un lado, a quien está dirigido (estudiante) y paralelo a este quien lo aplica (docente).

**Carburatom** es un juego digital educativo con propósito evaluativo en química. En ese sentido es importante conocer las apreciaciones de los docentes del área de química. Para tal efecto se aplicó el test de experiencia de usuario con **Carburatom** a los docentes de química del Colegio Ricaurte I. E. D., que acompañaron el pilotaje y al docente de química colaborador del proyecto.

La prueba consiste en un cuestionario tipo test, compuesto por 27 preguntas, 22 preguntas cerradas, 5 preguntas abiertas. El test de experiencia de usuario con **Carburatom** de los docentes de química, guarda cierta similitud con el de estudiantes. Sin embargo, algunas preguntas cerradas se reformularon, otras se suprimieron y/o se remplazaron por otras. Este instrumento fue digitalizado utilizando la herramienta de Google forms. El test se puede ver en Anexo 4.

### 5.3. Aplicación de las pruebas

El objetivo de realizar las pruebas es medir el nivel de satisfacción de los usuarios finales en su experiencia con **Carburatom**, comprobar si los resultados obtenidos a través de la interacción con el juego cumplen con el propósito de efectuar la evaluación encubierta del tema química orgánica de hidrocarburos y determinar si la interacción con **Carburatom** produce mejorías en el resultado de aplicar una prueba estándar de química.

Las pruebas de **Carburatom** se ejecutaron en las instalaciones del colegio Ricaurte IED, con estudiantes que cursan grado undécimo. Para tal efecto se solicitó el aula de informática, sala que cuenta con las condiciones apropiadas para ejecutar estas pruebas.

Las pruebas se realizaron durante el mes de noviembre, terminando el año escolar, situación que dificultó el desarrollo de las mismas. Se ejecutaron durante tres jornadas en tres días conforme a la

disponibilidad de la sala de informática y los docentes del área buscando la coincidencia con el horario de la asignatura de química de cada grupo. El horario en que se realizaron las pruebas fue el siguiente:

- 1101 22 de noviembre de 2017 12:30 a 02:30 pm
- 1102 15 de noviembre de 2017 12:30 a 02:30 pm
- 1103 14 de noviembre de 2017 09:00 a 11:00 am

Para determinar si la interacción con **Carburatom** produce mejorías en el resultado de aplicar una prueba estándar de química, en cada uno de los cursos se planteó una división en dos grupos por orden de lista, para aplicar los instrumentos en distinto orden, al primero se le denominó grupo experimental y al segundo grupo de control. A cada grupo se le estableció un flujo de tareas diferentes, para las que se disponía de 55 minutos (hora académica establecida en la institución). Los dos grupos realizaron las mismas actividades en distinto orden.

### 5.3.1. Grupo experimental

El grupo experimental realizó las tareas manteniendo el siguiente orden.

1. Introducción: 5 minutos.
2. **Carburatom**: 30 minutos. <http://Carburatom.260mb.net/?i=1>.
3. Test de experiencia de usuario con **Carburatom** de los estudiantes: 5 minutos.
4. Prueba estándar de química: 15 minutos.

En el flujo de las actividades primero se ejecutó **Carburatom** y posteriormente la prueba estándar de química. Esto para intentar verificar si los estudiantes de este grupo obtenían mejores resultados en la prueba estándar de química, producto de la interacción con **Carburatom**.

### 5.3.2. Grupo de control

Este grupo realizó las mismas pruebas que el grupo experimental; sin embargo, el orden es diferente. En el flujo de actividades se ejecuta **Carburatom**, en tanto el objetivo de las pruebas es medir el nivel de satisfacción de los usuarios finales en su experiencia con **Carburatom** y comprobar su efectividad para evaluar competencias en química. El grupo de control realizó las tareas manteniendo el siguiente orden.

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

1. Introducción 5 minutos.
2. Prueba estándar de química 15 minutos.
3. **Carburatom** 30 minutos. <http://Carburatom.260mb.net/?i=1>.
4. Test de experiencia de usuario con **Carburatom** de los estudiantes: 5 minutos.

En el flujo de actividades del grupo de control se ejecuta **Carburatom**, pues el objetivo general de las pruebas es probar la efectividad de **Carburatom** para evaluar competencias en química.

Cada grupo ingresó por separado a realizar las actividades, primero el grupo de control y posteriormente el grupo experimental. Los estudiantes ingresaban a la sala de informática, allí se les explicaba en qué consistía la actividad y accedían a la página web donde se montaron los enlaces a los instrumentos anteriormente descritos en las secuencias establecidas. Todo este proceso fue observado y monitorizado cuidadosamente. Los recursos utilizados para estas pruebas fueron los siguientes:

- Computadores de escritorio con acceso a internet.
- Computador portátil con acceso a internet.
- Video beam (proyector).
- Página Web de curso, administrada por el investigador.
- Versión adaptada de **Carburatom**. <http://Carburatom.260mb.net/?i=1>.
- Versión digital de prueba estándar de química.
- Test de experiencia de usuario con **Carburatom** de los estudiantes.
- Test de experiencia de usuario con **Carburatom** de los docentes de química.

#### **5.4. Análisis y descripción de los resultados de las pruebas de Carburatom**

A través de los instrumentos utilizados se obtuvo información tanto de carácter cuantitativo como cualitativo. Para analizar los datos cuantitativos se utilizarán tablas y gráficos que permiten identificar tendencias de acuerdo a los resultados. La información cualitativa se tendrá en cuenta para futuros ajustes al juego y las conclusiones.

#### **5.4.1. Resultados prueba estándar de química**

Las tablas donde se muestran los resultados de la prueba estándar de química se presentan con el número que fue asignado a cada estudiante, seguida de la valoración obtenida en la prueba.

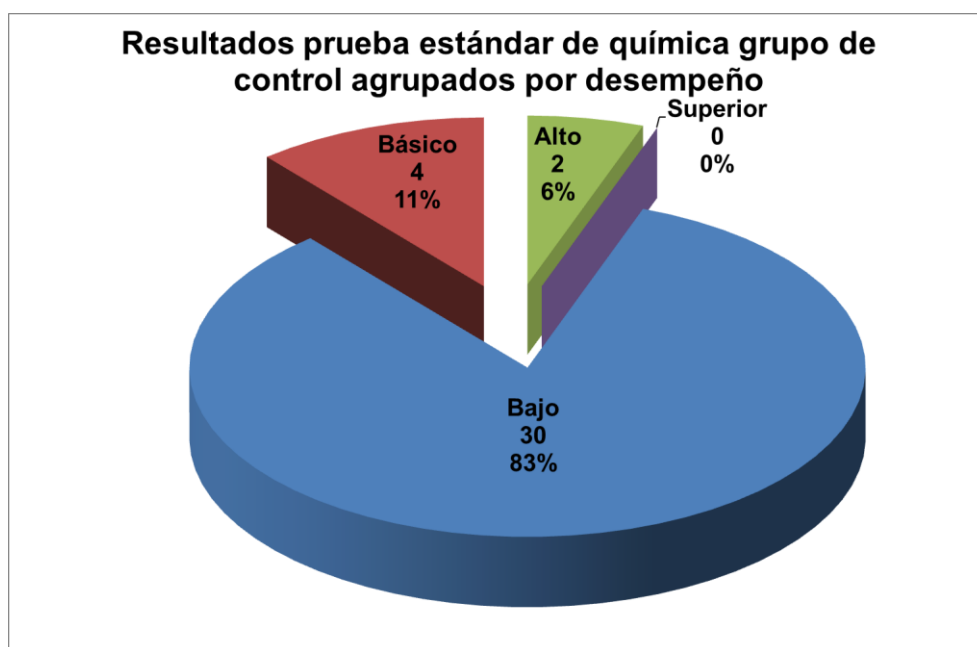
**5.4.1.1. Resultados prueba estándar de química grupo de control**

Estudiante	Valoración	Desempeño
1	3,5	Bajo
2	3,2	Bajo
3	1	Bajo
4	3,6	Bajo
5	3,5	Bajo
6	3	Bajo
7	3,6	Bajo
8	1,3	Bajo
9	1,3	Bajo
10	2,8	Bajo
11	3,6	Bajo
12	8,9	Alto
13	6	Básico
14	1,8	Bajo
15	3,8	Bajo
16	6,5	Básico
17	6,3	Básico
18	3,5	Bajo
19	5,2	Bajo
20	2,4	Bajo
21	6,8	Básico
22	4,8	Bajo
23	3	Bajo
24	1	Bajo
25	3,3	Bajo
26	4,8	Bajo
27	1,8	Bajo
28	5	Bajo
29	8,4	Alto
30	3	Bajo
31	2,7	Bajo
32	1	Bajo
33	5,4	Bajo
34	1,5	Bajo
35	1	Bajo
36	2,1	Bajo
<b>Media</b>	3,62	Bajo
<b>Moda</b>	1	Bajo
<b>Mediana</b>	3,4	
<b>Desviación estándar</b>	2,06	
<b>Máximo</b>	8,9	Alto
<b>Aprobaron</b>	6	
<b>Reprobaron</b>	30	

Tabla 6. Resultados prueba estándar de química grupo de control.

En la Tabla 6. Resultados prueba estándar de química grupo de control. se muestran a los estudiantes con su respectiva valoración, además del equivalente en desempeño. También expone el resumen a través de una serie de datos estadísticos como son: la media del grupo que es de 3,62 que equivale a desempeño bajo, la moda es 1 que se presenta 3 veces en la muestra, con una desviación estándar de 2,06, la máxima valoración es 8,9 correspondiente a un desempeño alto.

Igualmente, en el resumen se aprecia que la mayoría de estudiantes reprobaron la prueba un total de 30 con valoración inferior a 6 y un desempeño bajo, mientras que solo 6 estudiantes aprobaron con valoración superior o igual a 6.



Gráfica 1. Resultados prueba estándar de química grupo de control.

En la Gráfica 1. Resultados prueba estándar de química grupo de control se puede apreciar los desempeños de los estudiantes en la prueba estándar, donde 30 estudiantes (la mayoría, con un 83%) presentan un desempeño bajo con valoración inferior a 6, por su parte 4 estudiantes (el 4%) muestran un desempeño básico con una valoración entre 6 y 8. Entre tanto 2 estudiantes (el 2%) demuestran un desempeño alto y ningún estudiante consiguió un desempeño superior. Esta información demuestra ampliamente que el grupo de control tiene un dominio bajo de la temática abordada en la prueba estándar aplicada.

## 5.4.1.2. Resultados prueba estándar de química grupo experimental

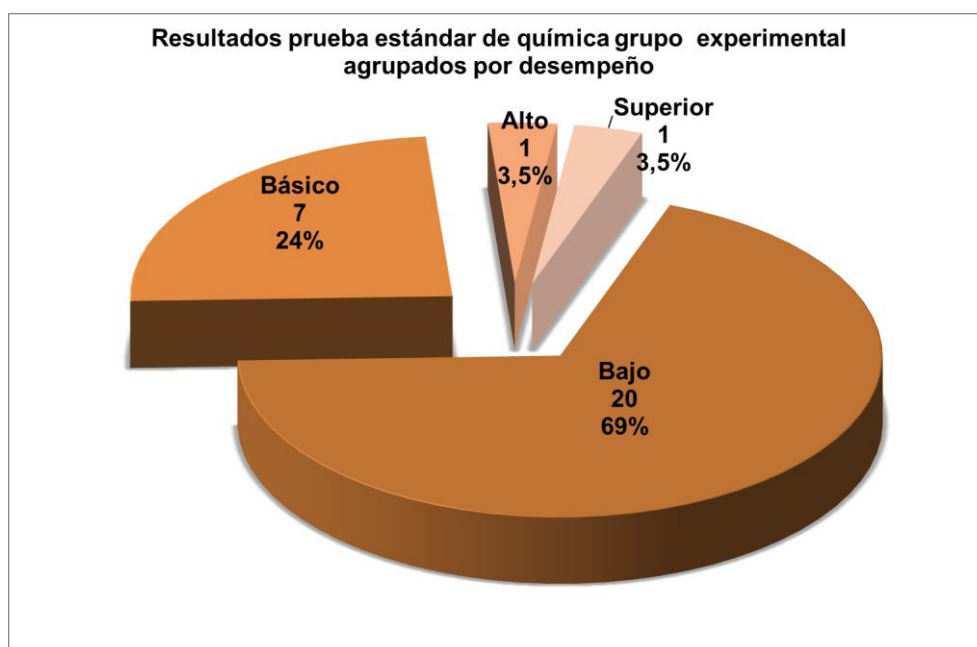
Estudiante	Valoración	Desempeño
37	3,4	Bajo
38	4,4	Bajo
39	2,9	Bajo
40	1,4	Bajo
41	6,4	Básico
42	7,7	Básico
43	2,5	Bajo
44	7,6	Bajo
45	4,3	Bajo
46	7,6	Básico
47	4	Bajo
48	2,9	Bajo
49	2,7	Bajo
50	1,1	Bajo
51	5,5	Bajo
52	9,2	Superior
53	2	Bajo
54	1	Bajo
55	2,3	Bajo
56	2,9	Bajo
57	2,4	Bajo
58	2,4	Bajo
59	8,7	Alto
60	1,4	Bajo
61	2,7	Bajo
62	6,7	Básico
63	6	Básico
64	5,7	Bajo
65	7,5	Básico
<b>Media</b>	4,32	Bajo
<b>Moda</b>	2,9	Bajo
<b>Mediana</b>	3,4	
<b>Desviación estándar</b>	2,49	
<b>Máximo</b>	9,2	Superior
<b>Aprobaron</b>	9	
<b>Reprobaron</b>	20	

Tabla 7. Resultados prueba estándar de química grupo experimental.

Los resultados obtenidos en la prueba estándar de química aplicada al grupo experimental se presentan en la Tabla 7, aquí se relacionan a los estudiantes con su respectiva valoración, junto al equivalente en desempeño.

En la parte final de la tabla se muestra el resumen por medio de datos estadísticos del comportamiento de la información recogida, el promedio de la valoración es de 4,32 un desempeño bajo. La valoración que más se repite es 2,9 en 3 ocasiones, la desviación estándar corresponde a 2,49 y el dato que corresponde a la valoración máxima es 9,2 que es equivalente a un desempeño superior.

De la misma manera, el compendio determina que solo 9 estudiantes de este grupo aprobaron la prueba, en tanto la mayoría (20 estudiantes) obtuvieron una valoración reprobatoria con desempeño bajo.



Gráfica 2. Resultados prueba estándar de química grupo experimental.

El resumen mostrado en el Gráfica 2. Resultados prueba estándar de química grupo experimental., permite apreciar que en el grupo experimental la mayor tendencia en desempeño es bajo obtenido por el 69% del grupo, 24 estudiantes. En nivel de desempeño básico se encuentran 7 estudiantes, correspondientes al 21%. Entretanto en desempeños alto y superior solo hay 2 estudiantes homologos al 7%.

#### 5.4.2. Resultados de la evaluación encubierta a través de Carburatom

Para obtener los resultados de la evaluación encubierta solo se tiene en cuenta la información de los niveles obligatorios (1, 3, 5) Esto se debe a que los niveles 2 y 4 son opcionales.

Con los resultados de la interacción con el juego (obtenidos de la base de datos de **Carburatom**), que arrojan las puntuaciones conseguidas por cada uno de los estudiantes, se generan las tablas de evaluación encubierta realizada en la prueba de **Carburatom**. De este modo se empareja el número asignado al estudiante, cantidad de intentos realizados por el estudiante, puntuación máxima obtenida, seguidos de la valoración de la puntuación máxima.

Para calcular la valoración de cada estudiante y ajustarlos a la escala nacional, se sigue el algoritmo presentado en el Anexo 5, que ha sido desarrollado en el ámbito del presente trabajo.

En las tablas relacionadas con los resultados de nivel se organiza la información de los datos arrojados por **Carburatom**. La primera columna corresponde a el número asignado al estudiante con el rotulo “estudiante”, seguido de la cantidad de intentos realizados por el estudiante en el nivel correspondiente, la tercera columna presenta la puntuación máxima obtenida, la cuarta es el cálculo de la valoración efectuada conforme al algoritmo desarrollado en la Anexo 5. Algoritmo cálculo de valoración Carburatom. y por último el desempeño que corresponde a la valoración.

Las tablas concernientes a los totales ponderan las tres valoraciones realizadas por **Carburatom**, mostradas en las tablas de nivel (tablas 8, 9, 10, 12, 13 y 14). En consecuencia, en dichas tablas se relacionan el número asignado a cada estudiante con las valoraciones de cada uno de los tres niveles, una valoración general (promedio de los tres niveles) y el desempeño que corresponde a la valoración general. Al finalizar la columna estudiante se relaciona con la abreviatura “N I”, a usuarios que solo participaron del juego.

Algunos estudiantes no consiguieron avanzar a todos los niveles, bien sea por bajo desempeño en las competencias en química valoradas, falta de tiempo o apatía. Por lo anterior, en la tabla que totaliza se completan los resultados como si se hubiera obtenido la valoración mínima 1, conforme a los estándares nacionales.

## 5.4.2.1. Grupo de control

Nivel 1

Estudiante	Intentos	Puntuación	Valoración	Desempeño
1	8	1445	9,61	Superior
2	8	85	1	Bajo
3	3	1615	10	Superior
4	4	890	8,23	Alto
5	7	75	1	Bajo
6	6	1905	10	Superior
7	6	1230	9,08	Superior
8	5	2125	10	Superior
9	9	465	4,65	Bajo
10	9	540	5,4	Bajo
11	2	1730	10	Superior
12	5	1520	9,8	Superior
13	1	1000	8,5	Alto
14	5	585	5,85	Bajo
15	6	175	1,75	Bajo
16	4	155	1,55	Bajo
17	3	300	3	Bajo
18	9	130	1,3	Bajo
19	3	630	6,3	Básico
20	6	135	1,35	Bajo
21	7	220	2,2	Bajo
22	4	1145	8,86	Alto
23	5	1250	9,13	Superior
24	2	525	5,25	Bajo
25	4	120	1,2	Bajo
26	9	175	1,75	Bajo
27	3	1260	9,15	Superior
28	6	1630	10	Superior
29	4	995	8,49	Alto
30	6	555	5,55	Bajo
31	6	235	2,35	Bajo
32	5	1770	10	Superior
33	7	195	1,95	Bajo
34	4	320	3,2	Bajo
35	3	680	6,8	Básico
36	5	1425	9,56	Superior
NI	14	2075	10	Superior
<b>Total</b>	203			
<b>Media</b>	5,49	846	6,05	Básico
<b>Moda</b>	6	175	10	Superior
<b>Mediana</b>	5	630	6,3	
<b>Desviación estándar</b>	2,55	652	3,51	
<b>Máximo</b>	14	2125	10	Superior
<b>Aprobaron</b>	19			
<b>Reprobaron</b>	18			

Tabla 8. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo de control, Nivel 1.

El resumen de la Tabla 8. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo de control, Nivel 1. expone que, en total 37 jugadores pertenecen a este grupo, quienes realizaron un total de 203 intentos o juegos en este nivel. La media de la valoración es 6,05 que equivale a un desempeño básico. Más de la mitad de estudiantes (19) lograron obtener valoración aprobatoria, mientras que 18 no lograron superar el nivel. La máxima puntuación es 2125 alcanzando una valoración de 10 evidenciando un desempeño superior.

### Nivel 3

Estudiante	Intentos	Puntuación	Valoración	Desempeño
3	7	100	1	Bajo
4	4	400	4	Bajo
6	5	1150	8,87	Alto
7	1	250	2,5	Bajo
8	2	450	4,5	Bajo
10	3	50	1	Bajo
12	2	300	3	Bajo
13	2	150	1,5	Bajo
14	3	100	1	Bajo
19	3	2700	10	Superior
20	3	300	3	Bajo
22	4	300	3	Bajo
23	2	350	3,5	Bajo
24	6	500	5	Bajo
29	1	1650	10	Superior
30	1	50	1	Bajo
35	5	400	4	Bajo
NI	7	100	1	Superior
<b>Total</b>	61			
<b>Media</b>	3,39	516,67	3,77	Bajo
<b>Moda</b>	2	100	1	Bajo
<b>Mediana</b>	3	300	3	
<b>Desviación estándar</b>	1,95	678,02	3	
<b>Máximo</b>	7	2700	10	Superior
<b>Aprobaron</b>	3			
<b>Reprobaron</b>	15			

Tabla 9. Resultados de la evaluación a través de Carburatom, grupo de control, Nivel 3.

El resumen de la tabla 9 advierte que, 18 estudiantes de este grupo jugaron este nivel, ejecutándolo un total de 61 veces. La valoración promedio es de 3,77 equivalente a un desempeño bajo. Solo 3 estudiantes consiguieron superar el nivel, mientras que 15 fallaron en el intento.

### **Nivel 5**

Estudiante	Intentos	Puntuación	Valoración	Desempeño
19	1	2550	10	Superior
29	1	2200	10	Superior
<b>Total</b>	2			
<b>Media</b>	1	2375	10	Superior
<b>Moda</b>	1		10	Superior
<b>Mediana</b>	1	2375	10	
<b>Desviación estándar</b>	0	247,49	0	
<b>Máximo</b>	1	2550	10	Superior
<b>Aprobaron</b>	2			
<b>Reprobaron</b>	0			

Tabla 10. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo de control, Nivel 5.

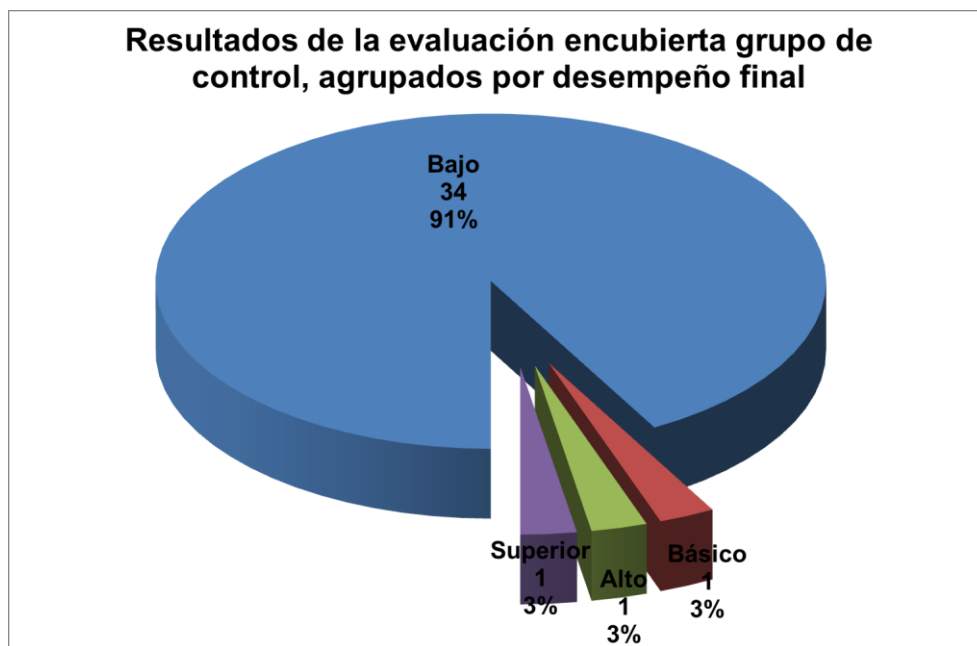
La síntesis de la Tabla 10. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo de control, Nivel 5. muestra un disminuido grupo de 2 estudiantes que jugaron y superaron el nivel, con una valoración media perfecta (10) y un desempeño superior.

Por su parte el resumen de la Tabla 11. Desempeño final del grupo experimental en la evaluación a través de Carburatom. permite concretar que en promedio general el grupo tiene un desempeño bajo con 3,29 de valoración, ultimando que solo 3 estudiantes consiguieron aprobar la prueba, entre tanto 34 estudiantes reprobaron.

#### 5.4.2.1. Desempeño final del grupo de control en la evaluación encubierta a través de Carburatom

Estudiante	Valoración 1er Nivel	Valoración 2o Nivel	Valoración 3er Nivel	Valoración General	Desempeño General
1	9,61	1	1	3,87	Bajo
2	1	1	1	1	Bajo
3	10	1	1	4	Bajo
4	8,23	4	1	4,41	Bajo
5	1	1	1	1	Bajo
6	10	8,88	1	6,63	Básico
7	9,08	2,5	1	4,19	Bajo
8	10	4,5	1	5,17	Bajo
9	4,65	1	1	2,22	Bajo
10	5,4	1	1	2,47	Bajo
11	10	1	1	4	Bajo
12	9,8	3	1	4,6	Bajo
13	8,5	1,5	1	3,67	Bajo
14	5,85	1	1	2,62	Bajo
15	1,75	1	1	1,25	Bajo
16	1,55	1	1	1,18	Bajo
17	3	1	1	1,67	Bajo
18	1,3	1	1	1,1	Bajo
19	6,3	10	10	8,77	Alto
20	1,35	3	1	1,78	Bajo
21	2,2	1	1	1,4	Bajo
22	8,86	3	1	4,29	Bajo
23	9,13	3,5	1	4,54	Bajo
24	5,25	5	1	3,75	Bajo
25	1,2	1	1	1,07	Bajo
26	1,75	1	1	1,25	Bajo
27	9,15	1	1	3,72	Bajo
28	10	1	1	4	Bajo
29	8,49	10	10	9,5	Superior
30	5,55	1	1	2,52	Bajo
31	2,35	1	1	1,45	Bajo
32	10	1	1	4	Bajo
33	1,95	1	1	1,32	Bajo
34	3,2	1	1	1,73	Bajo
35	6,8	4	1	3,93	Bajo
36	9,56	1	1	3,85	Bajo
NI	10	1	1	4	Bajo
<b>Media</b>	6,05	2,35	1,49	3,29	Bajo
<b>Moda</b>	10	1	1	4	Bajo
<b>Mediana</b>	6,30	1	1	3,72	
<b>Desviación estándar</b>	3,51	2,49	2,06	2,03	
<b>Máximo</b>	10	10	10	9,5	Superior
<b>Aprobaron</b>	19	3	2	3	
<b>Reprobaron</b>	18	34	35	34	

Tabla 11. Desempeño final del grupo experimental en la evaluación a través de Carburatom.



Gráfica 3. Resultados de la evaluación encubierta a través de Carburatom, grupo de control.

A través de la Gráfica 3. Resultados de la evaluación encubierta a través de Carburatom, grupo de control se puede apreciar que la mayoría de estudiantes del grupo de control reprobó la evaluación encubierta, en total 34 estudiantes obtuvieron un desempeño bajo, este dato, corresponde al 91% de la muestra. Por su parte 3 estudiantes se reparten entre los desempeños básico, alto y superior, 3% para cada grupo de desempeño.

## 5.4.2.2. Grupo experimental

Nivel 1

Estudiante	Intentos	Puntuación	Valoración	Desempeño
37	5	595	6	Bajo
38	2	1700	10	Superior
39	9	685	6,9	Básico
40	5	710	7,1	Básico
41	10	1465	9,7	Superior
42	4	1975	10	Superior
43	8	1850	10	Superior
44	5	1560	9,9	Superior
45	1	1550	9,9	Superior
46	6	1945	10	Superior
47	7	810	8	Alto
48	7	1510	9,8	Superior
49	7	1585	10	Superior
50	6	1000	8,5	Alto
51	3	1495	9,7	Superior
52	6	1745	10	Superior
53	10	295	3	Bajo
54	9	370	3,7	Bajo
55	4	765	7,7	Básico
56	6	1880	10	Superior
57	15	635	6,4	Básico
58	5	1385	9,5	Superior
59	4	1535	9,8	Superior
60	6	660	6,6	Básico
61	3	740	7,4	Básico
62	3	565	5,7	Bajo
63	6	535	5,4	Bajo
64	3	635	6,4	Básico
65	5	650	6,5	Básico
NI	37	1750	10	Superior
<b>Total</b>	207			
<b>Media</b>	6,9	1153	8,1	Alto
<b>Moda</b>	6	635	10	Superior
<b>Mediana</b>	6	1193	9	
<b>Desviación estándar</b>	6,35	547	2,1	
<b>Máximo</b>	37	1975	10	Superior
<b>Aprobaron</b>	25			
<b>Reprobaron</b>	5			

Tabla 12. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo experimental, Nivel 1

El resumen de la tTabla 12. Resultados de la evaluación a través de Carburatom grupo experimental, Nivel 1 indica que en total 30 estudiantes pertenecen a este grupo, quienes realizaron Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

un total de 207 intentos o juegos en este nivel. La media de la valoración es 8,01 que equivale a un desempeño alto. Más de la mitad de estudiantes (25) lograron obtener valoración aprobatoria, mientras que 5 no consiguieron superar el nivel.

### Nivel 3

Estudiante	Intentos	Puntuación	Valoración	Desempeño
38	8	350	3,5	Bajo
40	1	100	1	Bajo
41	2	100	1	Bajo
42	4	1500	9,75	Superior
44	2	550	5,5	Bajo
45	1	300	3	Bajo
46	1	0	1	Bajo
47	2	50	1	Bajo
48	3	150	1,5	Bajo
49	1	0	1	Bajo
50	2	350	3,5	Bajo
51	7	200	2	Bajo
55	4	350	3,5	Bajo
56	3	200	2	Bajo
58	2	300	3	Bajo
59	2	350	3,5	Bajo
60	3	500	5	Bajo
61	5	400	4	Bajo
62	4	450	4,5	Bajo
63	2	450	4,5	Bajo
64	5	450	4,5	Bajo
65	2	850	8,13	Alto
NI	7	2950	10	Superior
<b>Total</b>	73			
<b>Media</b>	3,17	473,91	3,76	Bajo
<b>Moda</b>	2	350	1	Bajo
<b>Mediana</b>	2	350	3,5	
<b>Desviación estándar</b>	2,04	626,11	2,62	
<b>Máximo</b>	8	2950	10	
<b>Aprobaron</b>	3			
<b>Reprobaron</b>	20			

Tabla 13. Resultados de la evaluación a través Carburatom grupo experimental, Nivel 3

La Tabla 13. Resultados de la evaluación a través Carburatom grupo experimental, Nivel 3 ultima que en total 23 estudiantes ejecutaron este nivel, quienes realizaron un total de 73 juegos en el

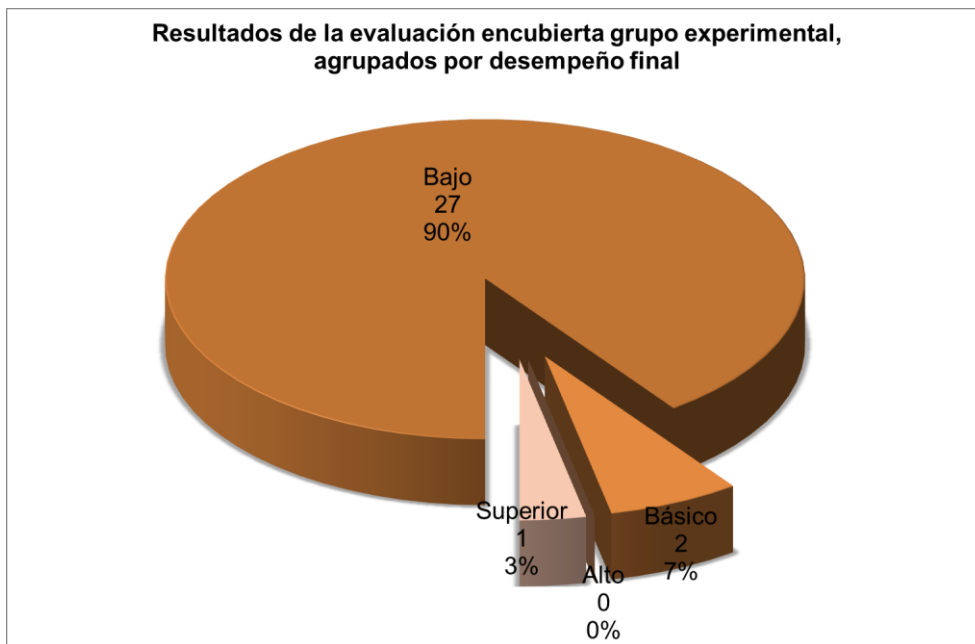
nivel, obteniendo una valoración media de 3,17, que equivale a un desempeño bajo. Solo 3 estudiantes alcanzaron superar el nivel, mientras que 20 no consiguieron superarlo.

**Nivel 5**

Estudiante	Intentos	Puntuación	Valoración	Desempeño
44	1	900	8,25	Alto
NI	1	2750	10	Superior
<b>Total</b>	2			
<b>Media</b>	1	1825	9,13	Superior
<b>Mediana</b>	1	1825	9,13	
<b>Desviación estándar</b>	0	1308,15	1,24	
<b>Máximo</b>	1	2750	10	Superior
<b>Aprobaron</b>	2			
<b>Reprobaron</b>	0			

Tabla 14. Resultados de la evaluación a través de Carburatom, grupo experimental, Nivel 5

La síntesis de la Tabla 14. Resultados de la evaluación a través de Carburatom, grupo experimental, Nivel 5 muestra un disminuido grupo de 2 estudiantes que jugaron y superaron el nivel, con una valoración media de 9,13 y obteniendo desempeño superior.



Gráfica 4. Resultados de la evaluación encubierta a través de Carburatom, grupo experimental.

Mediante la gráfica 4 se puede notar que la mayoría de estudiantes del grupo experimental reprobaron la evaluación encubierta. En total 27 estudiantes obtuvieron un desempeño bajo, este dato corresponde al 90% de la muestra. Por su parte solo 3 estudiantes consiguieron aprobar.

Mientras tanto la Tabla 15. Desempeño final del grupo experimental en la evaluación a través de Carburatom., evidencia que solo 3 estudiantes aprobaron la prueba, mientras que 27 no lo hicieron.

### 5.4.2.3. Desempeño final del grupo experimental en la evaluación a través de Carburatom.

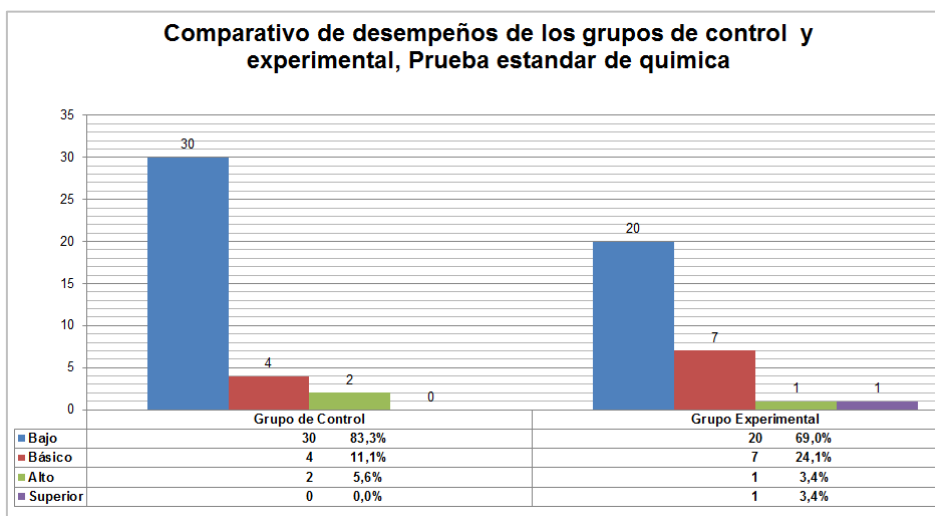
Estudiante	Valoración 1er Nivel	Valoración 2o Nivel	Valoración 3er Nivel	Valoración General	Desempeño General
37	5,95	1	1	2,65	Bajo
38	10	3,5	1	4,83	Bajo
39	6,85	1	1	2,95	Bajo
40	7,1	1	1	3,03	Bajo
41	9,66	1	1	3,89	Bajo
42	10	9,75	1	6,92	Básico
43	10	1	1	4	Bajo
44	9,9	5,5	8,25	7,88	Básico
45	9,88	3	1	4,63	Bajo
46	10	1	1	4	Bajo
47	8,03	1	1	3,34	Bajo
48	9,78	1,5	1	4,09	Bajo
49	9,96	1	1	3,99	Bajo
50	8,5	3,5	1	4,33	Bajo
51	9,74	2	1	4,25	Bajo
52	10	1	1	4	Bajo
53	2,95	1	1	1,65	Bajo
54	3,7	1	1	1,9	Bajo
55	7,65	3,5	1	4,05	Bajo
56	10	2	1	4,33	Bajo
57	6,35	1	1	2,78	Bajo
58	9,46	3	1	4,49	Bajo
59	9,84	3,5	1	4,78	Bajo
60	6,6	5	1	4,2	Bajo
61	7,4	4	1	4,13	Bajo
62	5,65	4,5	1	3,72	Bajo
63	5,35	4,5	1	3,62	Bajo
64	6,35	4,5	1	3,95	Bajo
65	6,5	8,13	1	5,21	Bajo
N I	10	10	10	10	Superior
<b>Media</b>	8,11	3,11	1,54	4,25	Bajo
<b>Moda</b>	10	1	1	4	Bajo
<b>Mediana</b>	8,98	2,5	1	4,03	
<b>Desviación estándar</b>	2,09	2,57	2,07	1,63	
<b>Máximo</b>	10	10	10	10	Superior
<b>Aprobaron</b>	25	3	2	3	
<b>Reprobaron</b>	5	27	28	27	

Tabla 15. Desempeño final del grupo experimental en la evaluación a través de Carburatom.

## 6. Discusión de resultados

En este capítulo, se analizan los resultados encontrados, realizando comparaciones entre los resultados de las distintas pruebas para comprobar la efectividad de **Carburatom** como herramienta evaluativa en el área de química. También se evalúa la aceptación que tuvo **Carburatom** conforme a la prueba de experiencia de usuario aplicada a los estudiantes y docentes.

### 6.1. Paralelo de la prueba estándar de química



Gráfica 5. Comparativo de desempeños de los grupos de control y experimental, Prueba estándar de química.

En el comparativo expuesto en la Gráfica 5. Comparativo de desempeños de los grupos de control y experimental, Prueba estándar de química. se distinguen diferencias importantes entre los resultados obtenidos por los grupos de control y experimental en la prueba estándar de química, donde la balanza se inclina a favor del grupo experimental. Sin embargo, es fácil ver que mayoritariamente los estudiantes de los dos grupos demuestran bajo desempeño en las competencias de química valoradas, en el grupo de control 83,3% y en el experimental 69%.

Considerando que en ambos grupos se utilizaron los mismos instrumentos, siendo la única variante el orden en que se realizaron las actividades, donde el grupo experimental realizó primero la actividad de **Carburatom**, sería muy prematuro determinar que el juego elevó el puntaje de los estudiantes, que estuvieron expuestos primero a esta actividad.

Grupo de Control		Grupo Experimental	
Estudiante	Valoración	Estudiante	Valoración
1	3,5	37	3,4
2	3,2	38	4,4
3	1	39	2,9
4	3,6	40	1,4
5	3,5	41	6,4
6	3	42	7,7
7	3,6	43	2,5
8	1,3	44	7,6
9	1,3	45	4,3
10	2,8	46	7,6
11	3,6	47	4
12	8,9	48	2,9
13	6	49	2,7
14	1,8	50	1,1
15	3,8	51	5,5
16	6,5	52	9,2
17	6,3	53	2
18	3,5	54	1
19	5,2	55	2,3
20	2,4	56	2,9
21	6,8	57	2,4
22	4,8	58	2,4
23	3	59	8,7
24	1	60	1,4
25	3,3	61	2,7
26	4,8	62	6,7
27	1,8	63	6
28	5	64	5,7
29	8,4	65	7,5
30	3		
31	2,7		
32	1		
33	5,4		
34	1,5		
35	1		
36	2,1		
<b>Media</b>	3,62	<b>Media</b>	4,32
<b>Desviación Estándar</b>	2,06	<b>Desviación Estándar</b>	2,49
<b>Máximo</b>	8,9	<b>Máximo</b>	9,2
<b>Aprobados</b>	6	<b>Aprobados</b>	9
<b>Reprobados</b>	30	<b>Reprobados</b>	20

Tabla 16. Paralelo de la prueba estándar de química.

La Tabla 16. Paralelo de la prueba estándar de química. presenta en paralelo los resultados del grupo de control y el grupo experimental. La media del grupo de control es de 3,62, menor a la del grupo experimental, que es de 4,32.

## **6.2. Diferencias en la prueba estándar de los grupos de control y experimental**

Con la información de la Tabla 16 se tienen elementos suficientes para determinar si existen diferencias significativas en los resultados de la prueba estándar de química en los grupos de control y experimental, para ello, se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics (IBM, 2011). La prueba escogida para hacer el análisis de las muestras es la Prueba de Mann Whitney, esto debido a que se trata del análisis de dos muestras independientes y la distribución de las muestras no cumple el principio de normalidad. Para la aplicación de la prueba se plantean las siguientes hipótesis:

**H0:** No existen diferencias entre los estudiantes del grupo experimental y de control

**H1:** Existen diferencias entre los estudiantes del grupo experimental y de control

Los resultados del análisis se muestran en la siguiente ilustración.

<b>Prueba de Mann-Whitney</b>				
<b>Rangos</b>				
	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Prueba	Control	36	31,21	1123,50
	Experimental	29	35,22	1021,50
	Total	65		

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	Prueba
U de Mann-Whitney	457,500
W de Wilcoxon	1123,500
Z	-,852
Sig. asintótica (bilateral)	,394

a. Variable de agrupación: Grupo

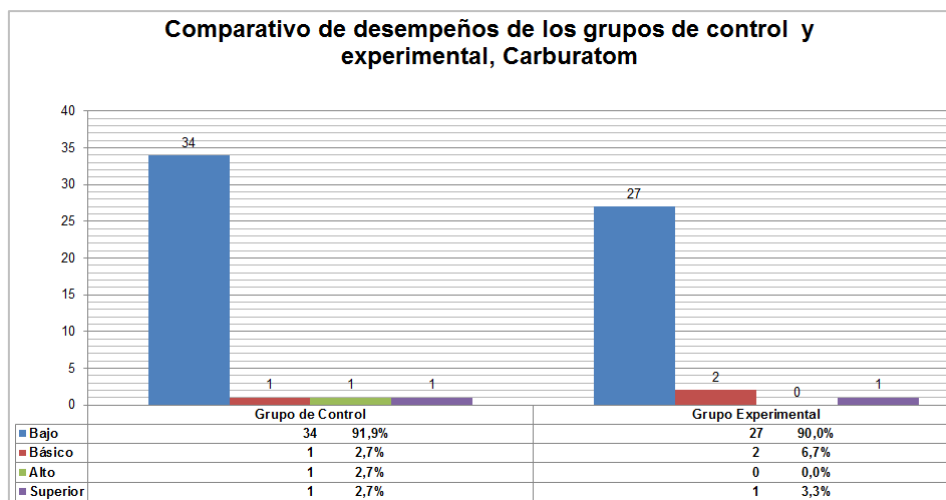
<b>Resumen de prueba de hipótesis</b>				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Estudiante es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Prueba es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,394	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

**Ilustración 10. Prueba de Mann Whitney de las valoraciones en la prueba estándar.**

Los resultados de la prueba de Mann Whitney retratados en la Ilustración 10 expone que, el p-valor “Sig. asintótica (bilateral)” es  $0,394 > 0,05$ , por lo tanto, se puede ultimar que la muestra no proporciona evidencia para afirmar que se presentan diferencias significativas entre los resultados del desempeño en la prueba estándar de química de los grupos experimental y de control, reteniendo la hipótesis nula.

### **6.3. Paralelo de los grupos de control y experimental, a través de Carburatom**



**Gráfica 6. Comparativo de desempeños de los grupos de control y experimental, Carburatom.**

La Gráfica 6. Comparativo de desempeños de los grupos de control y experimental, Carburatom. compara los desempeños mostrados a través de **Carburatom** de los grupos de control y experimental, los resultados son similares porcentualmente, en el grupo experimental aprobaron el 10% de los estudiantes y reprobó el 90%, análogamente en el grupo de control aprobó el 8,1% y reprobó el 91,9%.

Grupo de Control		Grupo Experimental	
Estudiante	Valoración	Estudiante	Valoración
1	3,87	37	2,65
2	1	38	4,83
3	4	39	2,95
4	4,41	40	3,03
5	1	41	3,89
6	6,63	42	6,92
7	4,19	43	4
8	5,17	44	7,88
9	2,22	45	4,63
10	2,47	46	4
11	4	47	3,34
12	4,6	48	4,09
13	3,67	49	3,99
14	2,62	50	4,33
15	1,25	51	4,25
16	1,18	52	4
17	1,67	53	1,65
18	1,1	54	1,9
19	8,77	55	4,05
20	1,78	56	4,33
21	1,4	57	2,78
22	4,29	58	4,49
23	4,54	59	4,78
24	3,75	60	4,2
25	1,07	61	4,13
26	1,25	62	3,72
27	3,72	63	3,62
28	4	64	3,95
29	9,5	65	5,21
30	2,52	NI	10
31	1,45		
32	4		
33	1,32		
34	1,73		
35	3,93		
36	3,85		
NI	4		

<b>Media</b>	3,29	<b>Media</b>	4,25
<b>Desviación Estándar</b>	2,03	<b>Desviación Estándar</b>	1,63
<b>Máximo</b>	9,5	<b>Máximo</b>	10
<b>Aprobaron</b>	3	<b>Aprobaron</b>	3
<b>Reprobaron</b>	34	<b>Reprobaron</b>	27

Tabla 17. Paralelo de los grupos de control y experimental, a través de Carburatom.

En la Tabla 17. Paralelo de los grupos de control y experimental, a través de Carburatom. se presentan en paralelo los resultados del grupo de control y el grupo experimental, en la evaluación encubierta a través de **Carburatom**. Claramente se aprecia que la media del grupo de control 3,29,

Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

es inferior de a la del grupo experimental, 4,25, lo que determina que el grupo experimental presento mejor desempeño en el juego.

#### **6.4. Comparación entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom**

Se seleccionaron las valoraciones obtenidas por los estudiantes de los dos grupos en la prueba estándar y en el juego, calculando la diferencia entre ambos resultados, buscando determinar la homogeneidad o discrepancia entre las dos herramientas.

En el grupo de control, la comparación de resultados de las valoraciones a través de la prueba estándar y Carburatom, arroja los resultados mostrados en la Tabla 18 La media presenta una diferencia de 0,35 y una pequeña diferencia en la desviación estándar de 0,01.

La máxima diferencia 5,40 la obtuvo el estudiante 21, quien obtuvo 6,8 en la prueba estándar, mientras que a través de **Carburatom** alcanzo un valoración de 1,4. Por su parte el estudiante 8, fue quien presento menor diferencia -3,87, promediando 1,3 en la prueba estándar, subiendo la valoración a través de **Carburatom** a 5,2. Se presentaron 5 casos en los que estudiantes solo aprobaron la prueba estándar, en 2 oportunidades estudiantes alcanzaron mejor valoración en el juego, entre tanto 1 solo estudiante consiguió aprobar las dos valoraciones.

Lo anterior se puede explicar en el sentido que el juego además de requerir conocimientos del tema específico, requiere habilidades de juego como coordinación y reflejos, que no todos los estudiantes tienen desarrollados.

## 6.4.1. Grupo de Control

Estudiante	Prueba estándar	Carburatom	Diferencia
1	3,5	3,9	-0,37
2	3,2	1,0	2,20
3	1	4,0	-3,00
4	3,6	4,4	-0,81
5	3,5	1,0	2,50
6	3	6,6	-3,63
7	3,6	4,2	-0,59
8	1,3	5,2	-3,87
9	1,3	2,2	-0,92
10	2,8	2,5	0,33
11	3,6	4,0	-0,40
12	8,9	4,6	4,30
13	6	3,7	2,33
14	1,8	2,6	-0,82
15	3,8	1,3	2,55
16	6,5	1,2	5,32
17	6,3	1,7	4,63
18	3,5	1,1	2,40
19	5,2	8,8	-3,57
20	2,4	1,8	0,62
21	6,8	1,4	5,40
22	4,8	4,3	0,51
23	3	4,5	-1,54
24	1	3,8	-2,75
25	3,3	1,1	2,23
26	4,8	1,3	3,55
27	1,8	3,7	-1,92
28	5	4,0	1,00
29	8,4	9,5	-1,10
30	3	2,5	0,48
31	2,7	1,5	1,25
32	1	4,0	-3,00
33	5,4	1,3	4,08
34	1,5	1,7	-0,23
35	1	3,9	-2,93
36	2,1	3,9	-1,75
<b>Media</b>	3,62	3,27	0,35
<b>Desviación Estandar</b>	2,06	2,05	0,01
<b>Maximo</b>	8,90	9,50	5,40
<b>Minimo</b>	1,00	1,00	-3,87
<b>Aprobados</b>	6	3	3
<b>Reprobados</b>	30	33	-3
<b>Aprobaron solo</b>	5	2	3
<b>Aprobaron las dos</b>		1	

Tabla 18. Comparación entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom, grupo de control

## 6.4.2. Grupo experimental

Estudiante	Prueba estándar	Carburatom	Diferencia
37	3,4	2,65	0,75
38	4,4	4,83	-0,43
39	2,9	2,95	-0,05
40	1,4	3,03	-1,63
41	6,4	3,89	2,51
42	7,7	6,92	0,78
43	2,5	4,00	-1,50
44	7,6	7,88	-0,28
45	4,3	4,63	-0,33
46	7,6	4,00	3,60
47	4	3,34	0,66
48	2,9	4,09	-1,19
49	2,7	3,99	-1,29
50	1,1	4,33	-3,23
51	5,5	4,25	1,25
52	9,2	4,00	5,20
53	2	1,65	0,35
54	1	1,90	-0,90
55	2,3	4,05	-1,75
56	2,9	4,33	-1,43
57	2,4	2,78	-0,38
58	2,4	4,49	-2,09
59	8,7	4,78	3,92
60	1,4	4,20	-2,80
61	2,7	4,13	-1,43
62	6,7	3,72	2,98
63	6	3,62	2,38
64	5,7	3,95	1,75
65	7,5	5,21	2,29
<b>Media</b>	4,32	4,05	0,27
<b>Desviación Estandar</b>	2,49	1,24	1,24
<b>Maximo</b>	9,20	7,88	5,20
<b>Minimo</b>	1,00	1,65	-3,23
<b>Aprobados</b>	9	2	7
<b>Reprobados</b>	20	27	-7
<b>Aprobaron solo</b>	7	0	7
<b>Aprobaron las dos</b>		2	

Tabla 19. Comparación entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom, grupo experimental.

Entre tanto en la Tabla 19. Comparación entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom, grupo experimental. se aprecia una diferencia de 0,27 en la media. La mayor diferencia 5,20 la presenta el estudiante 52, quien obtuvo 9,2 en la prueba estándar, mientras que a través de **Carburatom** alcanzo un valoración de 4,0. Por su parte el estudiante 50, fue quien presento menor

diferencia -3,23. Se presentaron 7 casos en los que estudiantes solo aprobaron la prueba estándar, en tanto 2 estudiantes consiguieron aprobar las dos valoraciones.

## 6.5. Diferencias entre las evaluaciones estándar y encubierta a través de Carburatom

Con la información de las tablas Tabla 18 y Tabla 19 ya se tienen elementos suficientes para determinar si existen diferencias significativas entre los resultados de la prueba estándar de química y la evaluación encubierta a través de **Carburatom**. Para ello se realiza la prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov, utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics donde se introducen los datos relacionados en las dos tablas. Los resultados del análisis se muestran en la siguiente ilustración.

		Diferencia
N		65
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	,3106
	Desviación estándar	2,41362
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,096
	Positivo	,096
	Negativo	-,075
Estadístico de prueba		,096
Sig. asintótica (bilateral)		,200 <sup>c,d</sup>

a. La distribución de prueba es normal.  
 b. Se calcula a partir de datos.  
 c. Corrección de significación de Lilliefors.  
 d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Ilustración 11. Prueba de normalidad de las evaluaciones estándar y a través de Carburatom.

En la Ilustración 11 se advierte con claridad que el valor de “Sig. asintótica (bilateral)” correspondiente al nivel de significancia que en este caso corresponde a 0,2 es decir 20%, lo que determina que la muestra no tiene una distribución normal. Lo anterior indica que no se puede aplicar una prueba estadística paramétrica, direccionándonos a realizar un test no paramétrico. El test adecuado para este tipo de distribución y muestra es la prueba de rangos de Wilcoxon, para el caso estudiado se plantean las siguientes hipótesis:

**H0:** No hay diferencias en los resultados de las dos valoraciones a través de la prueba estándar y la evaluación encubierta usando **Carburatom**.

**H1:** Hay diferencias en los resultados de las dos valoraciones a través de la prueba estándar y la evaluación encubierta usando **Carburatom**.

Los resultados del análisis se muestran en la siguiente ilustración.

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Carburatom - Estandar	Rangos negativos	31 <sup>a</sup>	37,89	1174,50
	Rangos positivos	34 <sup>b</sup>	28,54	970,50
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	65		

a. Carburatom < Estandar  
 b. Carburatom > Estandar  
 c. Carburatom = Estandar

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

Carburatom - Estandar	
Z	-,667 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,505

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos positivos.

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Estandar y Carburatom es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	505,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

**Ilustración 12. Prueba de Wilcoxon a las evaluaciones estándar y a través de Carburatom.**

El resultado mostrado en la anterior ilustración 12 expone que, se retiene la hipótesis nula, aceptando la H0. Por lo que concluimos que, no hay diferencias significativas en los resultados de las dos valoraciones realizadas a través de la prueba estándar y la evaluación encubierta usando **Carburatom**, (sig. 0,505 > 0,05). Lo anterior confirma que es posible utilizar **Carburatom** para evaluar las competencias en química de hidrocarburos.

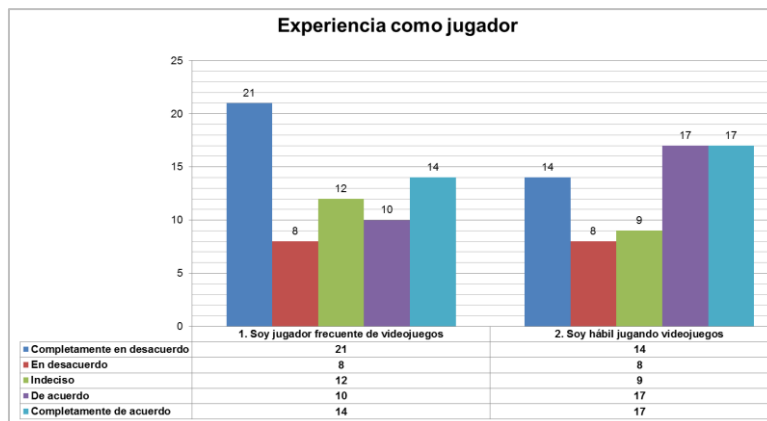
## 6.6. Test de experiencia de usuario con Carburatom

### 6.6.1. Resultados test de experiencia de usuario con Carburatom de los estudiantes

Valoración de los estudiantes  Afirmación	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	de acuerdo	Completamente de acuerdo
	Soy jugador frecuente de videojuegos.	21	8	12	10
Soy hábil jugando videojuegos.	14	8	9	17	17
<b>Carburatom</b> es un videojuego.	1	3	10	24	27
<b>Carburatom</b> es un videojuego educativo.	1	2	4	10	48
Me gusta el videojuego <b>Carburatom</b> .	6	7	8	23	21
<b>Carburatom</b> es entretenido.	2	5	12	23	23
Me divertí superando los niveles de <b>Carburatom</b> .	6	2	10	22	25
Los niveles de <b>Carburatom</b> me retan a superarlos.	1	3	6	18	37
Volvería a jugar <b>Carburatom</b> .	5	3	11	7	39
Recomendaría <b>Carburatom</b> a conocidos.	7	6	10	10	32
Aprendí algo con <b>Carburatom</b> .	3	4	10	12	36
<b>Carburatom</b> tiene distintos niveles de dificultad.	1	3	8	17	36
Me sentí controlando las situaciones de <b>Carburatom</b> .	4	7	15	23	16
<b>Carburatom</b> es fácil de utilizar.	2	6	17	17	23
Las instrucciones de juego fueron claras.	2	4	7	19	33
<b>Carburatom</b> me permitió entender nuevas cosas.	2	4	13	22	24
Me gustan las imágenes usadas en <b>Carburatom</b> .	6	7	16	16	20
Las imágenes de <b>Carburatom</b> son claramente identificables.	5	5	12	18	25
Las imágenes de <b>Carburatom</b> me transmiten información.	6	4	12	15	28
Me sentí presionado a superar los niveles de <b>Carburatom</b> .	10	2	15	19	19
Me sentí evaluado al realizar la actividad.	7	3	11	13	31

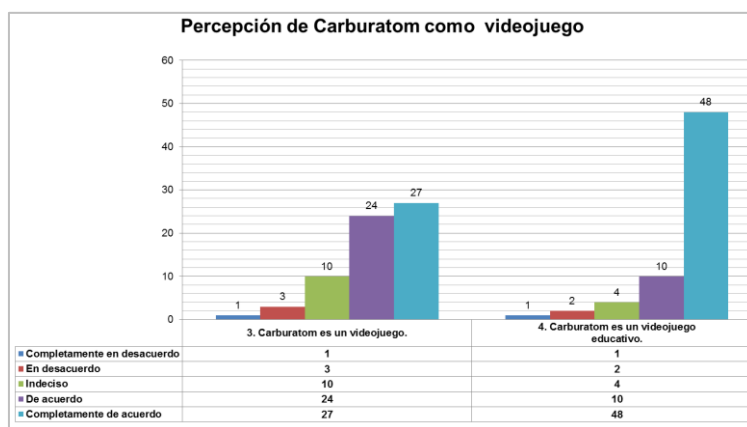
Tabla 20. Resultados test de experiencia de usuario con Carburatom de los estudiantes

La Tabla 20 presenta los resultados agrupados por frecuencia de las respuestas al test realizado a los estudiantes.



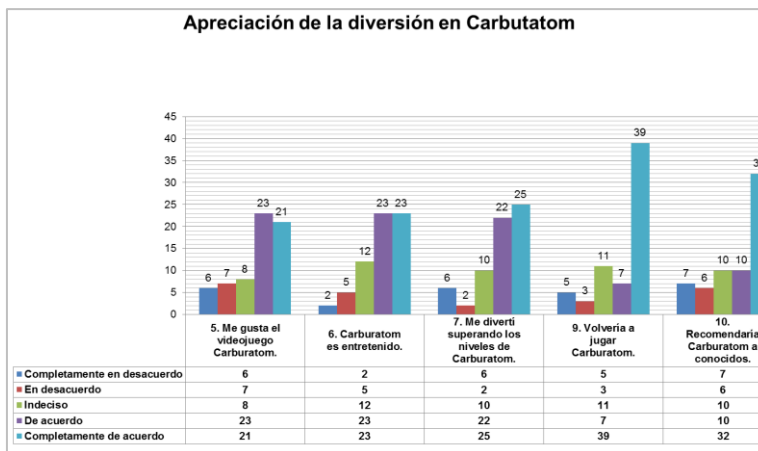
**Gráfica 7. Experiencia como jugador.**

En la Gráfica 7 se relacionan las afirmaciones 1 y 2 del test, en aspectos referentes a la experiencia como video-jugadores de los estudiantes que participaron en la prueba. De la información mostrada se puede evidenciar que un número importante de estudiantes no se considera como jugadores frecuentes de videojuegos (21 de 65 estudiantes). Sin embargo, la mayoría se consideran jugadores hábiles (34 de 65 estudiantes).



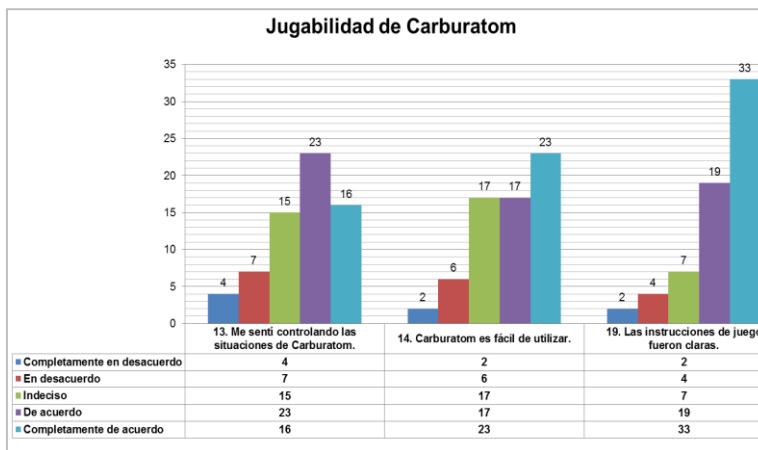
**Gráfica 8. Percepción de Carburatom como videojuego.**

En cuanto a la percepción de **Carburatom** como videojuego, la Gráfica 8 vincula las aseveraciones 3 y 4 del test, se retrata claramente que los estudiantes identificaron a **Carburatom** como un videojuego (51 de 65 estudiantes). Dicha tendencia aumentó a 58 estudiantes en la consideración de **Carburatom** como videojuego educativo.



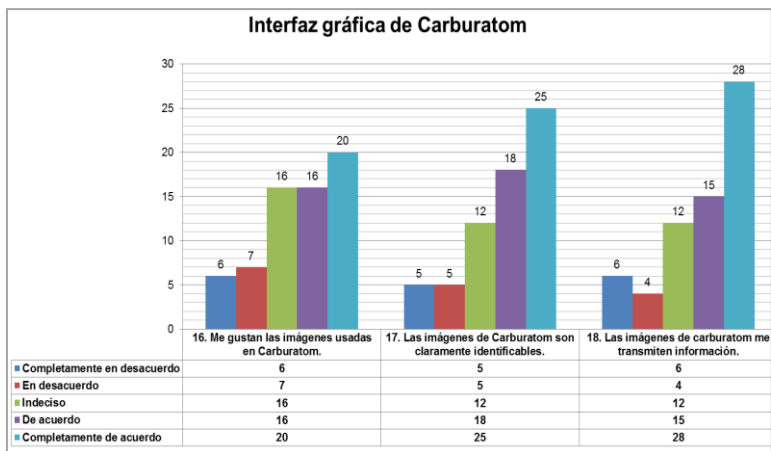
**Gráfica 9. Apreciación de la diversión en Carbutatom.**

En la Gráfica 9 se presentan los resultados a los enunciados relacionados con la diversión, ítems 5 – 7, 9 y 10 del test, se detalla notoriamente que a los estudiantes les gusta el videojuego **Carbutatom** (44 de 65 estudiantes), resultado entretenido para 46 estudiantes, lo consideraron divertido 47 jugadores, 46 jóvenes volverían a jugarlo, mientras 42 lo recomendarían a conocidos.



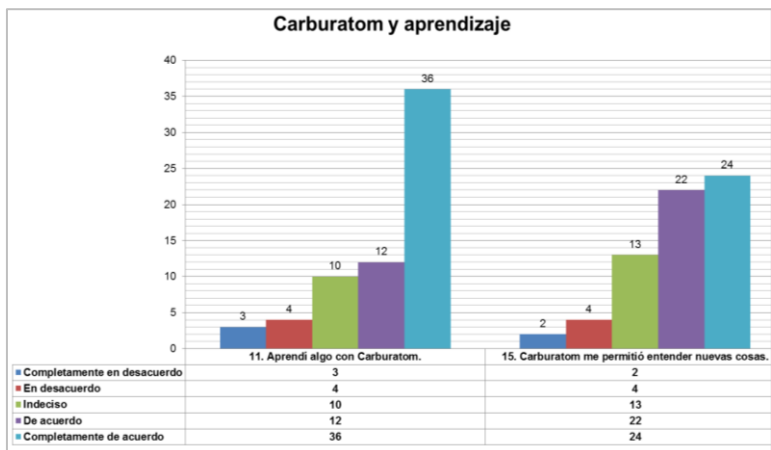
**Gráfica 10. Jugabilidad de Carbutatom**

Otro elemento a considerar es la usabilidad (jugabilidad). En la Gráfica 10 se presentan estos aspectos, se relacionan las afirmaciones 13, 14 y 19 del test, de la información mostrada se puede evidenciar que un número importante de estudiantes se sintió controlando las situaciones del juego, 39 estudiantes así lo confirmaron, 40 jóvenes lo consideraron fácil de usar y 42 consideran que las instrucciones de juego son claras.



**Gráfica 11. Interfaz gráfica de Carburatom.**

La Gráfica 11 exhibe las afirmaciones 16 – 18 del test, relacionadas con la interfaz de **Carburatom**, en la aseveración referente al agrado de las imágenes de juego 36 estudiantes otorgaron buena calificación, así mismo 43 estudiantes piensan que las imágenes de **Carburatom** son claramente identificables y que transmiten información.



**Gráfica 12. Carburatom y aprendizaje.**

Al cuestionar a los estudiantes sobre aprendizaje logrado utilizando **Carburatom**, 48 de ellos afirmaron haber aprendido con la interacción, mientras que 46 confirmaron que **Carburatom** les permitió entender nuevas cosas.



Gráfica 13. Me sentí evaluado al realizar la actividad.

A la afirmación número 21 del test “Me sentí evaluado al realizar la actividad”, 43 estudiantes manifiestan haberse sentido evaluados, un porcentaje bastante alto pues esto corresponde al 68% de la muestra, solo 10 estudiantes el 15% manifiestan no haberse sentido evaluados.

Lo anterior corrobora que sí es posible realizar evaluación encubierta a través de videojuegos, desvirtuando la posibilidad de evaluación invisible, luego muchos estudiantes se sintieron evaluados en la actividad.

Sin embargo, dichos resultados pueden deberse a que en la misma sesión los estudiantes estuvieron expuestos a las 3 actividades (prueba estándar, juego y test de experiencia, en distinto orden), situación que pudo haber generado una carga de estrés en los estudiantes.

En general **Carburatom** contó con buena valoración por los estudiantes quienes evaluaron la experiencia con el juego con un promedio de 3,95 sobre 5, dando a entender que la mayoría de decisiones que se tomaron en las etapas de diseño y desarrollo fueron apropiadas.

## 6.6.2. Resultados test de experiencia de usuario con Carburatom de los docentes

Valoración de los Docentes  Afirmación	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	de acuerdo	Completamente de acuerdo	Promedio
	1	2	3	4	5	
Carburatom es un Videojuego	0	0	0	1	2	4,67
Carburatom es un Videojuego Educativo	0	0	0	0	3	5
Me gusta el videojuego Carburatom	0	0	0	0	3	5
Carburatom es entretenido	0	0	0	0	3	5
Es divertido superar los niveles de Carburatom	0	0	0	0	3	5
Los niveles de Carburatom retan a superarlos	0	0	0	2	1	4,33
Volvería a jugar Carburatom	0	0	0	1	2	4,67
Recomendaría Carburatom a conocidos	0	0	0	0	3	5
Aprendí algo con Carburatom	0	0	1	0	2	4,33
Carburatom tiene distintos niveles de dificultad	0	0	0	0	3	5
Me sentí controlando las situaciones de Carburatom	0	0	1	2	0	3,67
Carburatom es fácil de utilizar	0	0	1	1	1	4
Carburatom permite entender nuevas cosas	0	0	0	3	0	4
Me gustan las imágenes usadas en Carburatom	0	0	0	1	2	4,67
Las imágenes de Carburatom son claramente identificables	0	0	1	1	1	4
Las imágenes de Carburatom transmiten información	0	0	0	2	1	4,33
Las instrucciones de juego son claras	0	0	0	1	2	4,67
Se siente presión para superar los niveles de Carburatom	0	0	0	2	1	4,33
El estudiante afianza conocimientos sobre el tema de Hidrocarburos realizando esta actividad	0	0	0	0	3	5
Caburatom sirve para evaluar el tema de Hidrocarburos (Alcanos, Alquenos de cadena abierta y Alquinos de cadena abierta)	0	0	1	0	2	4,33
Utilizaría Carburatom para evaluar estos temas suprimiendo una prueba o evaluación convencional estándar	0	0	0	1	2	4,67
Implemento en el aula actividades educativas parecidas a Carburatom en el desarrollo de la asignatura	1	1	1	0	0	2

Tabla 21. Resultados test de test de experiencia de usuario con Carburatom de los docentes

La valoración de los docentes hacia **Carburatom** es alta en 20 de los 21 tópicos obtiene una valoración promedio superior a 4, solo consiguiendo valoración intermedia en la afirmación “Me sentí controlando las situaciones de **Carburatom**” con un promedio de 3,67.

Es cierto que la muestra de docentes es pequeña. Sin embargo, las apreciaciones de los docentes son bastante valiosas pues son ellos los que en últimas deciden si utilizan o no algún tipo de herramientas en el aula. En ese sentido la evaluación media de los docentes de la experiencia con **Carburatom** es de 4,56, corroborando lo expresado por los estudiantes.

En relación a la última aseveración mostrada en la Tabla 21 “Implemento en el aula actividades educativas parecidas a **Carburatom** en el desarrollo de la asignatura”, la valoración media es 2 pero esta no tiene que ver con la experiencia con el juego, tiene que ver con la didáctica de los docentes encuestados y revela una realidad desalentadora, en el sentido que en las aulas definitivamente no se están implementando las TICs.

## 7. Conclusiones y trabajo futuro

Para abordar las conclusiones, se toma como punto de partida los objetivos planteados al inicio del proyecto, a fin de determinar el avance en el cumplimiento de los mismos.

En base a la literatura revisada sobre videojuegos con fines evaluativos, se encontró que hay referentes importantes pese a tratarse de una temática relativamente nueva. Se evidencia bastante interés por parte de la comunidad académica en seguir ahondando en el estudio de este tema. Sin embargo, en materia de desarrollo de juegos digitales educativos, este campo se mantiene bastante inexplorado, lo que promete una gran oportunidad para proponer y crear videojuegos con fines pedagógicos y evaluativos.

Siguiendo lo determinado por el objetivo general, se desarrolló el juego digital **Carburatom** que puede ser utilizado en el aula de química con el propósito de evaluar el desempeño de los estudiantes en la temática de hidrocarburos. **Carburatom** permite remplazar una prueba estándar de química, e identifica de manera encubierta el grado de evolución que el estudiante tiene dentro del proceso de aprendizaje en la asignatura de química en la temática de hidrocarburos. Recurso disponible en: <http://Carburatom.260mb.net/?i=1>.

El videojuego desarrollado cumple con criterios pedagógicos definidos desde el diseño, donde se contó con el apoyo de un docente especialista en química que acompañó el desarrollo del mismo. Esto sin dejar de lado los elementos esenciales que constituyen la percepción de diversión, propios de los videojuegos.

Al aplicar el videojuego **Carburatom** a estudiantes se originó bastante información cuantitativa, que permite determinar la validez de **Carburatom** como herramienta evaluativa en la temática de hidrocarburos. Donde a pesar de haberse contemplado que el sistema recolectara solo unas pocas variables, se produjo suficiente información y de buena calidad. Esta información permitió determinar el grado de conocimiento que los estudiantes tienen del tema de hidrocarburos.

Producto del análisis de la información recopilada en las distintas pruebas y test se pudo determinar que, el juego **Carburatom** puede ser utilizado como herramienta para la evaluación encubierta del desempeño que tienen los estudiantes en competencias básicas de química de hidrocarburos,

como son: estructura de hidrocarburos, fórmula molecular de hidrocarburos, fórmula general de los hidrocarburos, clasificación de hidrocarburos, manejo de nomenclatura.

La prueba estadística de rangos de Wilcoxon presentada en la Ilustración 12. Prueba de Wilcoxon a las evaluaciones estándar y a través de **Carburatom**. retiene la hipótesis nula, confirmando la conjetura la cual determina que, no se presentan diferencias significativas entre los resultados de las valoraciones realizadas a través de la prueba estándar de química y la evaluación encubierta usando **Carburatom**.

Los resultados expuestos en las tablas Tabla 18 y Tabla 19 revelan ligeras diferencias entre los desempeños grupales mostrados en la prueba estándar tradicional y a través de **Carburatom**. Para el grupo experimental se aprecia una diferencia media de 0,27, mientras que para el grupo de control la diferencia es 0,35.

Conforme a lo expresado por los docentes, en el test de experiencia, sobre el uso pedagógico y evaluativo de **Carburatom**, consideran que, el videojuego **Carburatom** puede ser utilizado como evaluación dentro de la asignatura de química, con una valoración media de 4,33. Así mismo, confirman que lo usarían como alternativa a una prueba o evaluación estándar, con una valoración media de 4,67.

En cuanto a la suposición respecto a que utilizar **Carburatom** originaría un incremento en los resultados de la valoración en la prueba estándar de química del grupo experimental, las evidencias confirman que este supuesto carece de fundamento, a pesar que la diferencia media de los resultados del grupo estándar y de control es de 0,7 y que la variación de reprobados corresponda a 14,3 puntos porcentuales.

Los resultados de la prueba estadística de Mann Whitney mostrados en la Ilustración 10, permiten establecer que, las variaciones no proporcionan evidencia para afirmar que se presentan diferencias significativas entre los resultados del desempeño de los grupos experimental y de control en la prueba estándar de química.

Lo anterior podría explicarse en el diseño del videojuego, que evalúa independientemente las competencias valoradas (una por nivel). **Carburatom** impide a los estudiantes que no demuestran un desempeño favorable en una competencia, avanzar al siguiente nivel. En los primeros niveles se

requiere el dominio de competencias más básicas (conceptualmente hablando) que en los niveles superiores. Esto, se plantea acudiendo al principio de incorporación de niveles de dificultad progresivos y graduales tanto en los principios conceptual y de jugabilidad, que se aplican en los videojuegos educativos. Esta situación no se presenta en una prueba tradicional, pues si el estudiante no maneja conceptualmente una pregunta, puede avanzar y responder las siguientes.

En cuanto al test de experiencia aplicado a los estudiantes el balance es positivo. Cabe resaltar que las mayores preocupaciones en el diseño eran las relacionadas con la interacción y la jugabilidad. Estos aspectos fueron bien valorados por los estudiantes con un porcentaje de aceptación de más del 60%. En general los estudiantes evaluaron la experiencia con el juego con un promedio de 3,95 sobre 5.

Una situación interesante se presentó en las respuestas a las preguntas abiertas del test de experiencia. En las respuestas a la pregunta “¿Para qué me puede servir el videojuego **Carburatom**?”, planteada a los estudiantes, ellos respondieron que para aprender o repasar sobre química. Esta respuesta contrasta con los resultados de la prueba del grupo experimental, debido a que los estudiantes no evidenciaron mejores resultados en la prueba estándar de química, frente a los homólogos del grupo de control. No obstante, sí permite ver el grado de aceptación que tiene en los estudiantes este tipo de metodologías.

Ahora bien, el impacto manifiesto de la experiencia con **Carburatom** de los docentes al promediar la valoración en 4,56, permite determinar que los criterios o requisitos pedagógicos planteados en la fase de diseño fueron cumplidos.

En relación a la afirmación “Implemento en el aula actividades educativas parecidas a **Carburatom** en el desarrollo de la asignatura”, presento una valoración media de 2. Este ítem tiene que ver con la didáctica de los docentes encuestados y revela una realidad desalentadora, en el sentido que en las aulas escolares definitivamente no se están implementando las TICs. Esto a pesar de los múltiples beneficios que trae implementar este tipo de herramientas en entornos educativos.

De la observación realizada durante las pruebas, se puede concluir que, para que una estrategia evaluativa basada en juegos digitales sea efectiva, es preciso utilizar como metodología recurrente de aula el uso de videojuegos con mecánicas similares a las utilizadas en el videojuego planteado para evaluar, de modo que el manejo del juego no sea una variable a considerar.

Los hallazgos del proyecto demuestran la aplicabilidad para proporcionar evaluación dinámica y retroalimentación a través del uso de videojuegos, al igual que ofrece utilidad para repasar conceptos trabajados en el aula, lo que no significa la desaparición de las metodologías de evaluación estándar tradicionales, aunque representan una alternativa didáctica para obtener información de manera encubierta del progreso de los estudiantes.

### **Trabajos futuros.**

En la línea de desarrollo de **Carburatom** se pretende ampliar la cantidad de niveles y la base de competencias evaluadas, hasta terminar de abordar por completo la temática en química de hidrocarburos.

El proyecto de **Carburatom** partió de una idea más amplia que implica el desarrollo de un videojuego educativo que permitiera al estudiante aprender los conceptos de química de hidrocarburos, utilizando metodologías de evaluación para llevar a cabo procesos de adaptación. Paralelo y complementario al desarrollo de **Carburatom** se aspira retomar la idea inicial del juego adaptativo.

En cuanto al modelo de valoración de desempeño es indispensable avanzar en modelos que eliminen la posibilidad de error debida a la aleatoriedad de las decisiones tomadas por el estudiante en la experiencia de interacción con el juego (Westera, 2016).

Un objetivo encubierto del desarrollo del proyecto fue el de difundir el uso en el aula de las TICs, continuando en este camino se pretende proponer a los colegas del área de las ciencias, la implementación del videojuego **Carburatom** en la práctica educativa, al momento de abordar la temática específica de hidrocarburos.

## 8. Referencias y bibliografía

- Aarseth, E. (2001). Game studies. Retrieved December 11, 2016, from <http://www.gamestudies.org/0101/>
- Benavides, J. F., Sanchez, D. G., Sotelo, E. C., & Enríquez, P. P. (2012). *Corel Draw X5 - Nivel Básico*. (Instituto Superior Tecnológico IDAT, Ed.). Retrieved from <https://chavameza.files.wordpress.com/2012/09/manual-corel-x5-basico.pdf>
- Blanco, Á. Del, Torrente, J., & Marchiori, E. (2010). Easing Assessment of Game-based Learning with e-Adventure and LAMS. *Proceedings of the*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1878059>
- Bura, J. (2014). *Construct 2 game development by example: learn how to make games for multiple platforms with Construct 2*. Packt Publishing.
- Canaryzoo. (2007). Chemistry Games. Retrieved October 11, 2017, from <http://www.canaryzoo.com/Chemistry Games.htm>
- Carpi, A. (2002). Carbon Chemistry: An Introduction. Retrieved November 9, 2016, from <https://www.visionlearning.com/en/library/Chemistry/1/Carbon-Chemistry/60>
- Case, S. M., & Swanson, D. B. (1998). *Constructing written test questions for the basic and clinical sciences*. (Philadelphia: National Board of Medical Examiners, Ed.) (2nd ed.). Philadelphia. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/David\\_Swanson4/publication/242759434\\_Constructing\\_Written\\_Test\\_Questions\\_For\\_the\\_Basic\\_and\\_Clinical\\_Sciences/links/00463529cfae562759000000/Constructing-Written-Test-Questions-For-the-Basic-and-Clinical-Sciences.pdf](https://www.researchgate.net/profile/David_Swanson4/publication/242759434_Constructing_Written_Test_Questions_For_the_Basic_and_Clinical_Sciences/links/00463529cfae562759000000/Constructing-Written-Test-Questions-For-the-Basic-and-Clinical-Sciences.pdf)
- Chebaa, B., Lioulemes, A., Abujelala, M., Ebert, D., Phan, S., Becker, E., & Makedon, F. (2016). Multimodal analysis of serious games for cognitive and physiological assessment. In *Proceedings of the 9th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '16* (p. 8). <https://doi.org/10.1145/2910674.2935833>
- Chen, S., & Michael, D. (2005). Proof of learning: Assessment in serious games. Retrieved October, 17. Retrieved from [http://www.w.cedma-europe.org/newsletter/articles/misc/Proof of Learning - Assessment in Serious games \(Oct 05\).pdf](http://www.w.cedma-europe.org/newsletter/articles/misc/Proof%20of%20Learning%20-%20Assessment%20in%20Serious%20games%20(Oct%2005).pdf)
- Del Castillo, H., Herrero, D., Garcia, A. B. V., Checa, M., & Natalia, M. (2013). Desarrollo de competencias a través de los videojuegos deportivos: alfabetización digital e identidad Developing Competences Through Sport Video Games: Digital Literacy and Identity. *RED. Revista de Educación a Distancia.*, 33, 22. Retrieved from <http://www.um.es/ead/red/33>

- Derryberry, A. (2007). Serious games: online games for learning. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/c9bd/36db4fc2f95d4b53aa2021337d0e2ee7ac4f.pdf>
- Díaz, F. B. A. (2006). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. (McGraw-Hill, Ed.) (2nd ed.). México, D. F.
- Flood, J., Heath, S. B., & Lapp, D. (1997). *Handbook of research on teaching literacy through the communicative and visual arts*. Macmillan Library Reference USA. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED419223>
- Frasca, G. (2001a). Ludology.org. Retrieved December 11, 2016, from <http://www.ludology.org/>
- Frasca, G. (2001b). *Videogames of the oppressed: Videogames as a means for critical thinking and debate*. Georgia Institute of Technology.
- Funbrain. (2017). The Periodic Table - a game on Funbrain. Retrieved December 11, 2017, from <https://www.funbrain.com/games/periodic-table-game>
- Gee, J. P. (2004). *Situated language and learning: A critique of traditional schooling*. (P. Press, Ed.).
- GOC3. (2001). Erase the Periodic Table Quiz - By goc3. Retrieved December 11, 2017, from <https://www.sporcle.com/games/goc3/erase-the-periodic-table>
- González Sánchez, J. L. (2010). *González Sánchez, J. L. (2010). Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos*. Universidad de Granada. Retrieved from <https://hera.ugr.es/tesisugr/18931200.pdf>
- Gros, B. S., & Garrido, J. M. M. (2008). "Con el dedo en la pantalla": el uso de un videojuego de estrategia en la mediación de aprendizajes curriculares. *Teoría de La Educación. Educación Y Cultura En La Sociedad de La Información*, 9(3), 108–129. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201017343007>
- Hansson, A. (2013). Amino Acid Match Game | Play Science Games | Chemistry Games. Retrieved December 11, 2017, from <http://playsciencesgames.com/amino-acid-match-game-2/>
- IBM. (2011). *Manual del usuario del sistema básico de IBM SPSS Statistics 20*. Retrieved from [ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/20.0/es/client/Manuals/IBM\\_SPSS\\_Statistics\\_Core\\_System\\_Users\\_Guide.pdf](ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/20.0/es/client/Manuals/IBM_SPSS_Statistics_Core_System_Users_Guide.pdf)
- Keller, S. M. (1992). *Children and the Nintendo*. Retrieved from <http://sophomoreresearchwillows.wikispaces.com/file/view/Nintendo.PDF>
- Kiili, K., Devlin, K., Perttula, A., Tuomi, P., & Lindstedt, A. (2015). Using video games to combine learning and assessment in mathematics education. *International Journal of Serious Games*, 2, 37–55.

- Koster, R. (2005). *Theory of fun for game design*. (Paraglyph Press., Ed.) (1s ed.). Arizona: Paraglyph Press. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=TS8KAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR16&dq=a+theory+of+fun+for+game+design&ots=ySQu0H5Of9&sig=FefnDXV-Yp1sewz8MPYrddzAVmw>
- Lacasa, P., Martínez-Borda, R., Mendez, L., Cortes, S., & Checa, M. (2007). *Aprendiendo con los videojuegos comerciales: Un puente entre ocio y educación*. Retrieved from [http://www.aprendeyjuegaconea.com/files/informe\\_UAH\\_2007.pdf](http://www.aprendeyjuegaconea.com/files/informe_UAH_2007.pdf)
- Lowery, B. R., & Knirk, F. G. (1982). Micro-Computer Video Games and Spatial Visualization Acquisition. *Journal of Educational Technology Systems*, 11(2), 155–166. Retrieved from [http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?\\_nfpb=true&\\_ERICExtSearch\\_SearchValue\\_0=EJ284249&ERICExtSearch\\_SearchType\\_0=no&accno=EJ284249](http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ284249&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=EJ284249)
- Mandinach, E. B. (1984). *Clarifying the A” in CAI for Learners of Different Abilities. Assessing the Cognitive consequences of Computer Environments for Learning (ACCCEL)*. *Journal of Educational Computing Research*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED250177.pdf>
- Martínez-Ortiz, I., Moreno-Ger, P., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2006). Production and Deployment of Educational Videogames as Assessable Learning Objects. *LNCS*, 4227, 316–330. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/6a62/8f0aa19b5dbd542e27e9517f19cfe7ed9dd6.pdf>
- Mejía, C., & San Buenaventura, U. (2012). Videojuegos y Evaluación Cognitiva. In UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI (Ed.), *Videojuegos y evaluación cognitiva* (pp. 223–240). Retrieved from <https://juancarloslemusstave.files.wordpress.com/2016/02/videojuegos-y-cognitic3b3n.pdf>
- Merino, C., Arellano, M., & Adúriz-Bravo, A. (2014). *LA PROMOCIÓN DE LA REGULACIÓN Y AUTORREGULACIÓN EN QUÍMICA A TRAVÉS DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL*. *Didáctica de la Química*. (Ediciones Universitarias de Valparaíso, Ed.). Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Cristian\\_Merino\\_Rubilar/publication/274381053\\_Avan ces\\_en\\_didactica\\_de\\_la\\_quimica\\_Modelos\\_y\\_lenguajes/links/55db2bd908aed6a199ac3290/Avances-en-didactica-de-la-quimica-Modelos-y-lenguajes.pdf#page=38](https://www.researchgate.net/profile/Cristian_Merino_Rubilar/publication/274381053_Avan ces_en_didactica_de_la_quimica_Modelos_y_lenguajes/links/55db2bd908aed6a199ac3290/Avances-en-didactica-de-la-quimica-Modelos-y-lenguajes.pdf#page=38)
- O'Malley, D. M., & Griffiths, B. (2016). MazeFire - Digital Maze Games. Retrieved January 11, 2017, from <https://mazefire.com/nav/display/mazes.do%3Bjsessionid=0316EF78EEAEDCE2A0582728>

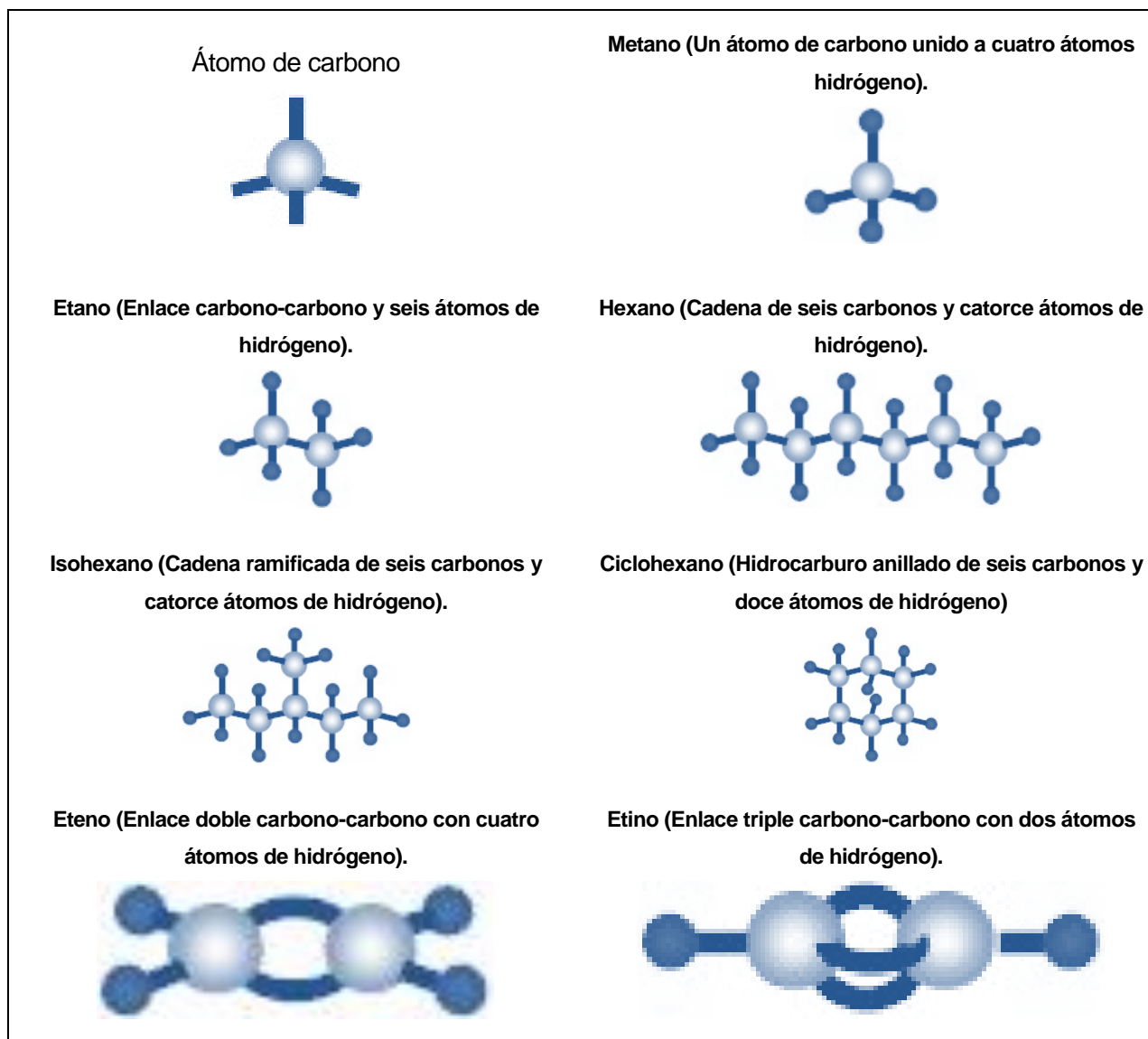
6ED3A7E5?category=Science

- OCDE. (2007). PISA - PISA. Retrieved November 14, 2017, from <http://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>
- Okagaki, L., & Frensch, P. A. (1994). Effects of Video Game Playing on Measures of Spatial Performance: Gender Effects in Late Adolescence. *JOURNAL OF APPLIED DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY*, 15.
- Overpass Apps. (2013). Chemical Allie | Overpass Apps. Retrieved August 11, 2017, from <https://www.overpass.co.uk/app/chemical-allie/>
- Pérez, Ó. L. (2010). *Análisis de la significación del videojuego*. Universitat Pompeu Fabra. Retrieved from <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/7273/topl.pdf?sequence=1>
- Periodic Table online game | Play Science Games | Chemistry Games. (2012). Retrieved December 11, 2017, from <http://playsciencegames.com/periodic-table-online-game/>
- Prensky, M. (2001). The Digital Game-Based Learning Revolution. In McGraw-Hill (Ed.), *Digital Game-Based Learning* (p. 19). <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>
- RIEBER, L. P., & NOAH, D. (1997). *Effect of Gaming and Visual Metaphors on Reflective Cognition Within Computer-Based Simulations*.
- Rodrigues, I. A. (2013). QUIFORCA: Jogos de Química | QUÍMICA PERIÓDICA. Retrieved December 11, 2017, from <http://www.marquecomx.com.br/2013/11/quiforca-jogos-de-quimica.html>
- Sádaba, C., & Naval, C. (2008). Una aproximación a la virtualidad educativa de los videojuegos. *Teoría de La Educación: Educación Y Cultura En La Sociedad de La Información*, 9(3), 17. Retrieved from [http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_09\\_03/n9\\_03\\_sadaba\\_navai.pdf](http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_09_03/n9_03_sadaba_navai.pdf)
- Salazar-Vázquez, F. A., Ruiz-Martínez, J. C., Contreras-Hernández, S., Hernández-Sánchez, L., Ávila-Pascual, J., & Ruiz-Martínez, H. (2011). Guía técnica para evaluación de unidades de aprendizaje en un enfoque de educación basado en competencias. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 26(1), 31–39.
- Sampayo-Vargas, S., Cope, C. J., He, Z., & Byrne, G. J. (2013). The effectiveness of adaptive difficulty adjustments on students' motivation and learning in an educational computer game. *Computers & Education*, 69, 452–462. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2013.07.004>
- Serrano-Laguna, Á., Torrente, J., Moreno-Ger, P., & Fernández-Manjón, B. (2012). Tracing a little for big Improvements: Application of Learning Analytics and Videogames for Student
- Desarrollo de un videojuego para evaluar competencias en química

- Assessment. *Procedia Computer Science*, 15, 203–209.
- Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2004). *Video games and the future of learning*.
- Shute, V. J. (2011). Stealth Assessment in computer-based games to support learning. *Computer Games and Instruction*, 503–523.
- Shute, V. J., Ventura, M., Bauer, M., & Zapata-Rivera, D. (2009). Melding the power of serious games and embedded assessment to monitor and foster learning. *Serious Games: Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=eGORAqAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA295&dq=+Assessment+%22Serious+Games%22&ots=1u9no4QiQy&sig=YfoVFKKpwVYu9Dof2H8qfyqKcGg>*
- Solovyev, A. (2014). Andrey Solovyev's Molecular Games | Asmolgam. Retrieved September 10, 2017, from <https://asmolgam.com/>
- Squire, K. (2006). From content to context: Videogames as designed experience. *Educational Researcher*, 35(8), 19–29.
- Tutorials Point. (2016). Adaptive Software Development Tutorial. Tutorials Point. Retrieved from [https://www.tutorialspoint.com/adaptive\\_software\\_development/adaptive\\_software\\_development\\_tutorial.pdf](https://www.tutorialspoint.com/adaptive_software_development/adaptive_software_development_tutorial.pdf)
- Westera, W. (2016). Performance assessment in serious games: Compensating for the effects of randomness. *Education and Information Technologies*, 21(3), 681–697. <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9347-3>

## 9. Anexos

### Anexo 1. Átomo de carbono y tipo de hidrocarburos




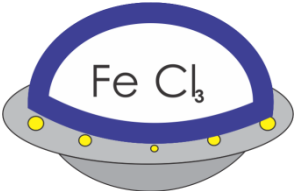
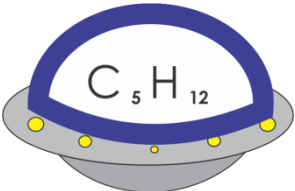
1/2

Alcanos			
Átomos de Carbono	Nombre	Formula Química	Fórmula Estructural
1	Metano	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>
2	Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>
3	Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
4	Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
5	Pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
6	Hexano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>
7	Heptano	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH <sub>3</sub>
8	Octano	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>
9	Nonano	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH <sub>3</sub>
10	Decano	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH <sub>3</sub>

Alquenos			
Átomos de Carbono	Nombre	Formula Química	Fórmula Estructural
2	Eteno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>
3	Propeno	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>3</sub>
4	1-Buteno	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
5	1-Penteno	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
6	1-Hexeno	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>
7	1-Hepteno	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH <sub>3</sub>
8	1-Octeno	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>
9	1-Noneno	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH <sub>3</sub>
10	1-Deceno	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH <sub>3</sub>

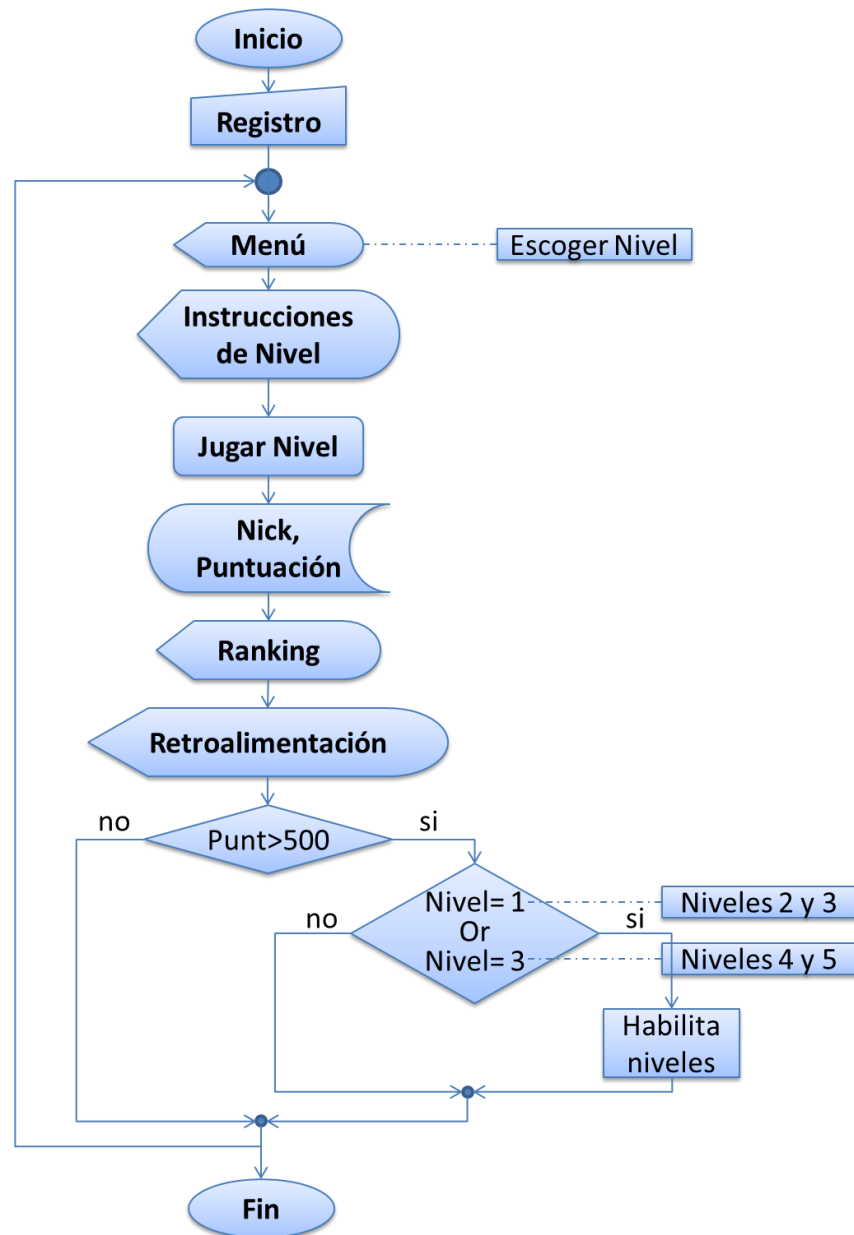
Alquinos			
Átomos de Carbono	Nombre	Formula Química	Fórmula Estructural
2	Etino	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	CH≡CH
3	Propino	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	CH≡C-CH <sub>3</sub>
4	1-Butino	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	CH≡C-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
5	1-Pentino	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	CH≡C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
6	1-Hexino	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	CH≡C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>
7	1-Heptino	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub>	CH≡C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH <sub>3</sub>
8	1-Octino	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub>	CH≡C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>
9	1-Nonino	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub>	CH≡C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH <sub>3</sub>
10	1-Decino	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	CH≡C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH <sub>3</sub>

Anexo 2. Personajes de Carburatom

Personaje	Descripción
	<p><b>Eteno</b></p> <p>Personaje principal de los dos primeros niveles y el cuarto, el personaje tiene la apariencia con la estructura molecular del Eteno <math>C_2H_4</math></p>
	<p><b>Ovni compuesto no hidrocarburo</b></p> <p>Ovni que porta la formula molecular de compuesto diferente a hidrocarburos, son un total de 50 compuestos no hidrocarburos que van apareciendo aleatoriamente durante los dos primeros niveles del juego.</p>
	<p><b>Ovni compuesto hidrocarburo</b></p> <p>Ovni que transporta la formula molecular de compuesto hidrocarburo. Son un total de 28 moléculas de hidrocarburos distribuidas así: 10 alcanos, 9 alquenos y 9 de alquinos, que van apareciendo aleatoriamente durante todos los niveles del juego.</p> <p>En los primeros dos niveles solo salen aleatoriamente los cuatro primeros compuestos alcanos, alquenos o alquinos.</p>

En la primera columna de la tabla se presentan los personajes y en la segunda se realiza una breve descripción.

Anexo 3. Diagrama de flujo general de Carburatom.



En la gráfica se muestra el diagrama de flujo que sigue el videojuego **Carburatom**. Al iniciar el juego el usuario debe registrarse. Posteriormente se muestra el menú de nivel donde debe escoger entre los que se encuentren habilitados. Después se muestran las instrucciones de nivel. Se juega el nivel. La puntuación del nivel y el Nick son almacenados. Se muestra la ventana de ranking seguida de la retroalimentación. Si la puntuación es mayor de 500 puntos y el nivel jugado es 1 se habilitan los niveles dos y tres o si el nivel jugado es el 3, se habilitan los niveles 4 y 5. Se vuelve a la pantalla de menú de nivel.

### Anexo 4. Instrumentos

#### Evaluación de conocimientos sobre hidrocarburos

The screenshot shows a mobile application interface for an assessment titled "Evaluación de conocimientos sobre hidrocarburos". The interface is divided into three sections:

- Sección 1 de 12:** Displays the title "EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE HIDROCARBUROS" and a description field.
- Sección 2 de 12:** Titled "Datos", it contains a description field and two text input fields labeled "Nombre" and "Curso".
- Sección 3 de 12:** Titled "1", it contains a description field and a question: "Seleccione de los siguientes compuestos los que corresponden a hidrocarburos". Below the question are five options, each with a checkbox and a text input field:
  - C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>
  - C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>
  - CH
  - C H
  - C<sub>9</sub>H<sub>18</sub>
  - C<sub>9</sub>H<sub>18</sub>
  - CuCl

2

Descripción (opcional)

Cuál es la fórmula general de Hidrocarburos Alcanos \*

$C_nH_n$

$C_nH_{2n+2}$

$C_nH_{2n+2}$

$C_nH_{2n}$

$C_nH_n$

Después de la sección 4 Ir a la siguiente sección

Sección 5 de 12

3

Descripción (opcional)

Cuál es la fórmula general de Hidrocarburos Alquenos con un solo doble enlace \*

$C_nH_n$

$C_nH_{2n-2}$

$C_nH_{2n-2}$

$C_nH_{2n}$

$C_nH_n$

Después de la sección 5 Ir a la siguiente sección

Sección 6 de 12

4

Descripción (opcional)

Cuál es la fórmula general de Hidrocarburos Alquinos con un solo triple enlace \*

$C_nH_n$

$C_nH_{2n+2}$

$C_nH_n$

5

Descripción (opcional)

De los siguientes compuestos cuales corresponden a Alcanos \*

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>  
 C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>

CH<sub>2</sub>  
 CH<sub>2</sub>

C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>  
 C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>

C<sub>9</sub>H<sub>16</sub>  
 C<sub>9</sub>H<sub>16</sub>

C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>  
 C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>  
 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

CH  
 C H

C<sub>7</sub>H<sub>21</sub>  
 C<sub>7</sub>H<sub>21</sub>

C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>  
 C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>

C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>  
 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>

C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>  
 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>

CH<sub>3</sub>  
 CH<sub>3</sub>

C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>  
 C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>

Sección 10 de 12

8

Descripción (opcional)

Cuál es el nombre del compuesto \*

$C_5H_{10}$

Butino

Penteno

Pentano

Buteno

Después de la sección 10 Ir a la siguiente sección

Sección 11 de 12

9

Descripción (opcional)

Cuál es el nombre del compuesto \*

$CH_4$

Metino

Etano

Propeno

Metano

Después de la sección 11 Ir a la siguiente sección

Sección 12 de 12

10

Descripción (opcional)

Cuál es el nombre del compuesto \*

$C_4H_8$

Propino

Butano

Buteno

Etano

Test de experiencia con Carburatom de los estudiantes

TEST DE USABILIDAD CARBURATOM

PREGUNTAS RESPUESTAS 68

68 respuestas

RESUMEN INDIVIDUAL

Se aceptan respuestas

3 de 68

No se pueden editar las respuestas

### TEST DE USABILIDAD CARBURATOM ESTUDIANTES

Por favor exprese su opinión sobre las siguientes afirmaciones acerca de Carburatom

Por favor exprese su opinión sobre las siguientes afirmaciones acerca de Carburatom utilizando la escala de valoración de 1 a 5, donde 1 corresponde a Completamente en Desacuerdo, 2 a En Desacuerdo, 3 a Indeciso, 4 a De Acuerdo y 5 a Completamente de Acuerdo \*

	1	2	3	4	5
Soy jugador frecuente de videojuegos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soy hábil jugando videojuegos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carburatom es un Videojuego	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carburatom es un Videojuego Educativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me gusta el videojuego Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Carburatom es entretenido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Me divertí superando los niveles de Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Los niveles de Carburatom me retan a superarlos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Volvería a jugar Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Recomendaría Carburatom a conocidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Aprendí algo con Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carburatom tiene distintos niveles de dificultad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me sentí controlando las situaciones de Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carburatom es fácil de utilizar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Carburatom me permitió entender nuevas cosas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me gustan las imágenes usadas en Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las imágenes de Carburatom son claramente identificables	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las imágenes de Carburatom me transmiten información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las instrucciones de juego fueron claras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me sentí presionado a superar los niveles de Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Me sentí evaluado al realizar la actividad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

**COMO MEJORAR CARBURATOM**

¿Qué me gusto del videojuego Carburatom?  
Que uno puede poner a prueba sus conocimientos

¿Qué no me gusto del videojuego Carburatom?  
Que es muy lento

¿Qué le agregaría al videojuego Carburatom?  
música y una breve explicación del tema antes de empezar

¿Para qué me puede servir el videojuego Carburatom?  
para aprender mas y distraerme

¿Qué otros usos le daría al videojuego Carburatom?  
para hacer concursos

Enviado: 14/11/17 9:28

2/2

Test de experiencia de usuario con Carburatom de los docentes de química

TEST DE USABILIDAD CARBURATOM DOCENTES

PREGUNTAS RESPUESTAS 3

3 respuestas

RESUMEN INDIVIDUAL

Se aceptan respuestas

1 de 3

No se pueden editar las respuestas

### TEST DE USABILIDAD CARBURATOM DOCENTES DE QUIMICA

Por favor exprese su opinión sobre las siguientes afirmaciones acerca de Carburatom

Por favor exprese su opinión sobre las siguientes afirmaciones acerca de Carburatom utilizando la escala de valoración de 1 a 5, donde 1 corresponde a Completamente en Desacuerdo, 2 a En Desacuerdo, 3 a Indeciso, 4 a De Acuerdo y 5 a Completamente de Acuerdo \*

	1	2	3	4	5
Carburatom es un Videojuego	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Carburatom es un Videojuego Educativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Me gusta el videojuego Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Carburatom es entretenido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Es divertido superar los niveles de Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Los niveles de Carburatom retan a superarlos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Volvería a jugar Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Recomendaría Carburatom a conocidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Aprendí algo con Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Carburatom tiene distintos niveles de dificultad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Me senti controlando las situaciones de Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carburatom es fácil de utilizar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Carburatom permite entender nuevas cosas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me gustan las imágenes usadas en Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Las imágenes de Carburatom son claramente identificables	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las imágenes de carburatom transmiten información	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Las instrucciones de juego son claras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Se siente presión para superar los niveles de Carburatom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Implemento en el aula actividades educativas parecidas a Carburatom en el desarrollo de la asignatura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El estudiante afianza conocimientos sobre el tema de Hidrocarburos realizando esta actividad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Caburatom sirve para evaluar el tema de Hidrocarburos (Alcanos, Alquenos de cadena abierta y Alquinos de cadena abierta)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Utilizaría Carburatom para evaluar estos temas suprimiendo una prueba o evaluación convencional estándar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

COMO MEJORAR CARBURATOM	
¿Qué me gusta del videojuego Carburatom?	Me gusta. Es un juego contextualizado en el tema hidrocarburos y es evaluativo.
¿Qué no me gusta del videojuego Carburatom?	No me gusta, que sea muy corto en cantidad (niveles) y tiempo de cada uno.
¿Qué le agregaría al videojuego Carburatom?	Le agregaría sonidos, celebraciones, quizás más animaciones llamativas.
¿Para qué me puede servir el videojuego Carburatom?	Me puede servir para, innovar en el aula, para cautivar a los muchachos, para revisar y afianzar conocimientos al respecto del tema hidrocarburos y también mejorar las disposiciones de algunos estudiantes frente a la clase de química.
¿Qué otros usos le daría al videojuego Carburatom?	Como diversión y entretenimiento propio, como reto personal.

2/2

Tabla de registro de errores

Nivel	1
Descripción del error	Posible Solución
Los hidrocarburos se generan en lapsos constantes, no tienen variación de la velocidad durante todo el flujo del nivel, lo que hace que sea muy fácil distinguirlos en relación con los otros compuestos.	Revisar las variables, relacionadas con la aleatoriedad del tiempo de creación de los hidrocarburos. La variable de velocidad hay que incrementarla proporcionalmente cada x tiempo.
Sugerencias: Ponerle un fondo a los compuestos para que se diferencien del fondo del juego. Cambiar los colores del fondo.	

En la tabla se registran el nivel donde se presentó el error, la descripción del error y su posible solución, al igual que las sugerencias por parte del usuario.

**Anexo 5. Algoritmo cálculo de valoración Carburatom.**

```

1 Algoritmo CalculoValoracion
2   leer puntuacion
3   Si puntuacion < 100 Entonces
4     |   valoracion<-1
5   SiNo
6     |   Si puntuacion >= 100 & puntuacion < 800 Entonces
7       |   |   valoracion<- puntuacion/100
8     SiNo
9       |   Si puntuacion >= 800 & puntuacion < 1200 Entonces
10      |   |   valoracion<- 8+(puntuacion-800)/400
11     SiNo
12      |   Si puntuacion >= 1200 & puntuacion < 1600 Entonces
13      |   |   valoracion<- 9+(puntuacion-1200)/400
14      |   SiNo
15      |   |   valoracion<-10
16      |   Fin Si
17      Fin Si
18    Fin Si
19  Fin Si
20  Escribir valoracion
21 FinAlgoritmo

```