



CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

TESIS

EFFECTOS DEL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS EN EL PENSAMIENTO
ALGORÍTMICO DE APRENDICES DE PROGRAMACIÓN

PRESENTA

Rodrigo Javier González Villarreal

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN INFORMÁTICA Y
TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES

TUTOR

DR. CARLOS ARGELIO ARÉVALO MERCADO

COMITÉ TUTORAL

Dra. Ma Loecelia Guadalupe Ruvalcaba Sánchez

Dra. Esthela Lizbeth Muñoz Andrade

Aguascalientes, Ags., 11 de Junio de 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

Centro de Ciencias Básicas

**I.S.C. RODRIGO JAVIER GONZÁLEZ VILLARREAL
ALUMNO (A) DE LA MAESTRIA EN INFORMÁTICA
Y TECNOLOGÍAS COMPUTACIONALES
P R E S E N T E.**

Estimado (a) alumno (a) González:

Por medio de este conducto me permito comunicar a Usted que habiendo recibido los votos aprobatorios de los revisores de su trabajo de tesis y/o caso práctico titulado: "EFECTOS DEL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS EN EL PENSAMIENTO ALGORÍTMICO DE APRENDICES DE PROGRAMACIÓN", hago de su conocimiento que puede imprimir dicho documento y continuar con los trámites para la presentación de su examen de grado.

Sin otro particular me permito saludarle muy afectuosamente.

ATENTAMENTE
Aguascalientes, Ags., 10 de junio de 2014
"SE LUMEN PROFERRE"
EL DECANO

M. en C. JOSÉ DE JESUS RUIZ GALLEGOS



c.c.p.- Archivo.
JJRG.mjda



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUIZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio de la presente, como Director de Tesis designado del estudiante **RODRIGO JAVIER GONZÁLEZ VILLARREAL** con ID **158060** quien realizó el trabajo de Tesis titulado: **EFFECTOS DEL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS EN EL PENSAMIENTO ALGORÍTMICO DE APRENDICES DE PROGRAMACIÓN** de la **Maestría en Informática y Tecnologías Computacionales**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla y continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 10 de Junio del 2014.



Dr. Carlos Argelio Arévalo Mercado
Director de Tesis



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE AGUASCALIENTES

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUIZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio de la presente, como Integrante del Comité Tutorial designado del estudiante **RODRIGO JAVIER GONZÁLEZ VILLARREAL** con ID **158060** quien realizó el trabajo de Tesis titulado: **EFFECTOS DEL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS EN EL PENSAMIENTO ALGORÍTMICO DE APRENDICES DE PROGRAMACIÓN** de la **Maestría en Informática y Tecnologías Computacionales**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla y continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 10 de Junio del 2014.


Dra. Loecelia Guadalupe Ruvalcaba Sánchez
Integrante del Comité Tutorial





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

M. EN C. JOSÉ DE JESÚS RUIZ GALLEGOS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS
PRESENTE

Por medio de la presente, como Integrante del Comité Tutorial designado del estudiante **RODRIGO JAVIER GONZÁLEZ VILLARREAL** con ID **158060** quien realizó el trabajo de Tesis titulado: **EFFECTOS DEL APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS EN EL PENSAMIENTO ALGORÍTMICO DE APRENDICES DE PROGRAMACIÓN** de la **Maestría en Informática y Tecnologías Computacionales**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla y continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

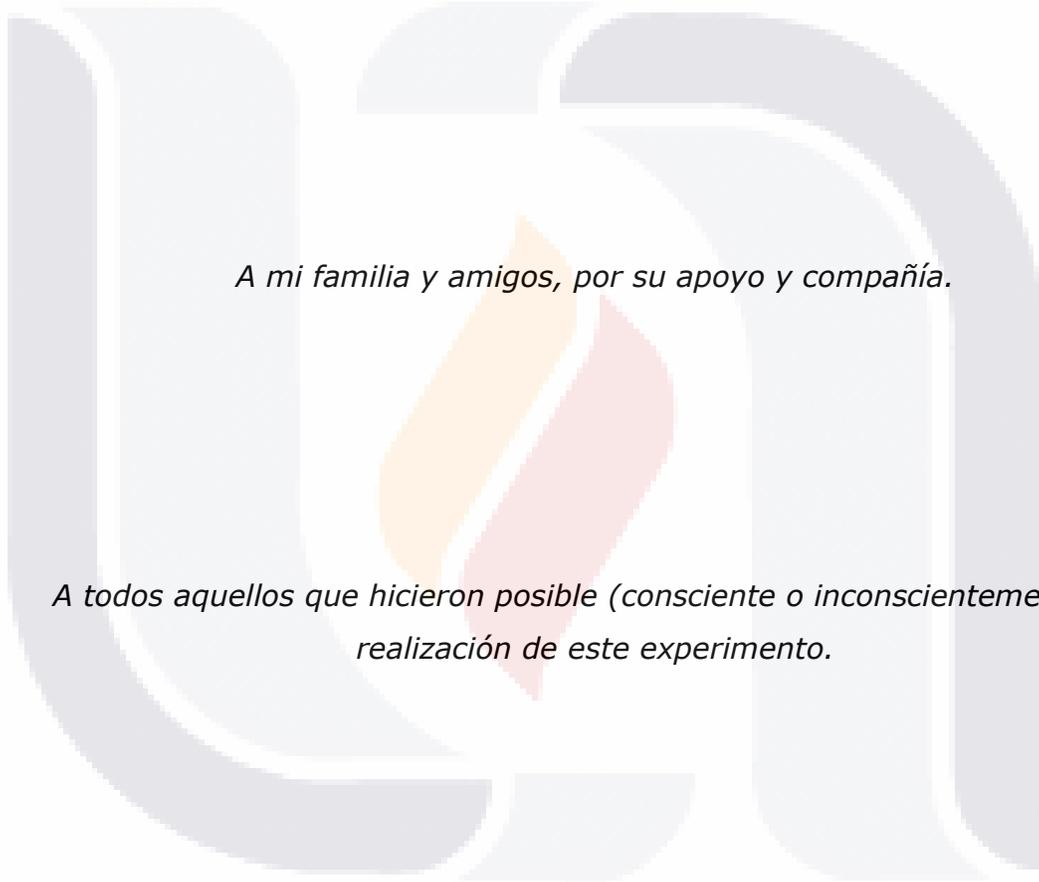
Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 10 de Junio del 2014.


Dra. Estela Lizbeth Muñoz Andrade
Integrante del Comité Tutorial

Agradecimientos

A todos mis maestros; guías y ejemplos a seguir en el camino del saber.



A mi familia y amigos, por su apoyo y compañía.

A todos aquellos que hicieron posible (consciente o inconscientemente) la realización de este experimento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA.....	14
1.1 Dificultades del aprendizaje de la programación entre principiantes y alumnos de reciente ingreso	14
1.2 Estudios relacionados	16
1.3 Problemática en México - Caso Universidad Autónoma de Aguascalientes	19
CAPÍTULO II - FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
2.1 Tipo de investigación.....	20
2.2 Preguntas de investigación.....	20
2.3 Objetivos	21
2.4 Hipótesis	21
CAPÍTULO III - MARCO TEÓRICO	22
3.1 Programación de computadoras.....	22
3.2 Algoritmos	23
3.3 Pensamiento Algorítmico.....	24
3.4 Enseñanza del pensamiento algorítmico	24
3.5 Juegos y simulación	26
3.5.1 Videojuegos	26
3.5.2 Simulaciones	27
3.5.3 Juegos de Simulación	28
3.5.4 Aspectos motivadores de los juegos.	28

3.5.4.1 Fantasía	29
3.5.4.2 Control y manipulación	29
3.5.4.3 Reto y complejidad	30
3.5.4.4 Curiosidad	30
3.5.4.5 Competición	31
3.5.4.6 Retroalimentación	31
3.5.4.7 Diversión.....	32
3.5.5 Resultados positivos del aprendizaje basado en juegos	32
3.5.5.1 Resultados positivos del uso de Juegos y Simulaciones	32
3.5.5.2 Resultados negativos o nulos del uso de videojuegos	33
3.5.5.3 Relación entre el diseño instruccional y la efectividad del aprendizaje basado en juegos y simulaciones.....	34
3.5.6 Spacechem	34
3.5.7 Justificación del uso del videojuego Spacechem	39
3.6 Steam	40
3.7 Contexto del experimento	42
CAPÍTULO IV - METODOLOGÍA.....	43
4.1 Diseño del experimento	43
4.2 Población objetivo.....	43
4.3 Prueba piloto Octubre 2012.....	44
4.3.1 Aplicación de la encuesta exploratoria.....	44
4.3.2 Pre Prueba y Post Prueba	45
4.3.3 Selección de participantes	46
4.3.4 Aplicación Pre prueba	47
4.3.5 Tratamiento experimental	47
4.3.6 Cierre del tratamiento experimental	48

4.3.7 Aplicación Post prueba	48
4.4 Réplica Octubre 2013	49
4.4.1 Calibración del experimento	50
4.4.2 Aplicación de la encuesta exploratoria.....	52
4.4.3 Aplicación Pre prueba	52
4.4.4 Tratamiento experimental	52
4.4.5 Cierre del tratamiento experimental	53
4.4.6 Aplicación Post prueba	53
4.4.6 Evaluación pre prueba post prueba.....	54
4.4.5 Técnicas Estadísticas	54
4.4.5.1 Análisis Univariante de la Varianza (ANOVA).....	54
4.4.5.2 Regresión Lineal.....	55
CAPÍTULO V - DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
5.1 Prueba piloto 2012.....	57
5.1.1 Resultados encuesta exploratoria	57
5.1.2 Resultados Pre Prueba	57
5.1.3 Resultados Tratamiento Experimental	59
5.1.4 Resultados Post Prueba.....	60
5.2 Réplica 2013	63
5.2.1 Resultados encuesta exploratoria	63
5.2.2 Resultados Pre Prueba	64
5.2.3 Resultados Tratamiento Experimental	67
5.2.4 Resultados Post Prueba.....	69
5.3 Análisis Estadístico de los Resultados	76
5.3.1 Prueba piloto 2012	76
5.3.2 Réplica 2013	76

5.3.2.1 Calculo ANOVA..... 76

5.3.2.2 Regresión Lineal..... 77

5.3.2.3 Relación entre las horas de juego y el contraste total..... 79

CONCLUSIONES..... 82

BIBLIOGRAFÍA..... 86

ANEXOS..... 94



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de paradigmas de programación..... 23

Tabla 2. Dimensión de la Rubrica para Elaboración del algoritmo..... 46

Tabla 3. Rúbricas de evaluación de Elaboración de algoritmo, Descomposición del problema, Ciclos y Condicionales..... 51

Tabla 4. Resultados de la encuesta aprobatoria - Prueba piloto 58

Tabla 5. Resultados de la pre prueba del subgrupo control durante la prueba piloto..... 59

Tabla 6. Resultados de la pre prueba del subgrupo experimental durante la prueba piloto 59

Tabla 7. Tiempo de uso del videojuego en el subgrupo experimental durante la prueba piloto 60

Tabla 8. Resultados de la post prueba del subgrupo control durante la prueba piloto..... 61

Tabla 9. Resultados de la post prueba del subgrupo experimental durante la prueba piloto 62

Tabla 10. Contraste post prueba pre prueba del subgrupo control durante la prueba piloto 62

Tabla 11. Contraste post prueba pre prueba del subgrupo experimental durante la prueba piloto..... 63

Tabla 12. Resultados de la encuesta exploratoria de la réplica 64

Tabla 13. Resultados de la pre prueba del subgrupo control durante la réplica 65

Tabla 14. Resultados de la pre prueba del subgrupo experimental durante la réplica 66

Tabla 15. Subtotales por dimensión de rubrica de la pre prueba del subgrupo control durante la réplica 66

Tabla 16. Subtotales por dimensión de rubrica de la pre prueba del subgrupo experimental durante la réplica..... 67

Tabla 17. Horas de uso del videojuego en el subgrupo experimental durante la prueba piloto 68

Tabla 18. Resultados de la encuesta de termino del tratamiento experimental durante la réplica 69

Tabla 19. Resultados de la post prueba del subgrupo control durante la prueba réplica 70

Tabla 20. Resultados de la post prueba del subgrupo experimental durante la prueba réplica..... 71

Tabla 21. Subtotales por dimensión de rubrica de la post prueba del subgrupo control durante la réplica 72

Tabla 22. Subtotales por dimensión de rubrica de la post prueba del subgrupo experimental durante la réplica..... 73

Tabla 23. Contraste post prueba pre prueba del subgrupo control durante la réplica 74

Tabla 24. Contraste post prueba pre prueba del subgrupo experimental durante la réplica 75

Tabla 25. Prueba de homogeneidad de varianzas de resultados de la pre prueba..... 76

Tabla 26. Prueba de homogeneidad de varianzas de resultados de la post prueba..... 76

Tabla 27. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la variable contraste total 77

Tabla 28. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la variable Horas de uso..... 77

Tabla 29. Prueba de homogeneidad de varianzas del modelo de regresión lineal. 78

Tabla 30. Prueba Anova, variable predictiva: Horas de uso, variable Dependiente: Contraste total..... 79

Tabla 31. Resultados de regresión lineal para la variable contrastación total. 79

Tabla 32 Correlación de Pearson entre las variables Horas de uso y Contraste total. 81



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interfaz de la herramienta SICAS.	17
Figura 2. Porcentaje de reprobación de la materia Programación I de la Licenciatura en Tecnologías de información 2006 - 2012.	19
Figura 3. Símbolos de reactor.	35
Figura 4. Nivel de detalle de reactor, creando agua a partir de átomos de hidrogeno y oxígeno.	36
Figura 5. Nivel de detalle de producción, tres reactores conectados mediante tuberías.	37
Figura 6. Encuentro con una pirámide no muy amigable.....	38
Figura 7. Evaluación de la solución al finalizar un nivel.....	39
Figura 8. Interfaz de usuario de la plataforma Steam con la sub sección de tienda seleccionada.	41
Figura 9. Perfil de Usuario de la plataforma Steam con registro de tiempo de juego.....	42
Figura 10. Portada de la página del la comunidad del tratamiento experimental en la plataforma Steam.	49

RESUMEN

Los altos índices de reprobación y abandono observados en cursos introductorios de programación de nivel universitario, presentes tanto en la Universidad Autónoma de Aguascalientes como en el resto del mundo, son fuertes indicadores de los importantes retos contra los que se enfrentan los aprendices de la disciplina, quienes al encarar tópicos de naturaleza profundamente abstracta, y debido a su contexto académico heterogéneo, muchas veces carecen de las herramientas y conocimientos previos necesarios para superar dichos retos.

El presente estudio se apoya en factores como la familiaridad con la que cuentan las nuevas generaciones hacia los recursos digitales, la prevalencia entre los alumnos de estilos de aprendizaje visuales y la naturaleza interactiva y visual de los videojuegos, así como la motivación asociada con su uso, para llevar a cabo un experimento con diseño de pre prueba, post prueba y grupo de control en dos fases para identificar el efecto del uso del videojuego comercial Spacechem (juego de acertijos lógicos con una profunda similitud a la programación visual) en el desarrollo de las habilidades requeridas por los aprendices de programación.

A través de este estudio se encontró evidencia de una relación significativa entre el uso del videojuego Spacechem y la captación y desempeño de habilidades algorítmicas en los alumnos.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje basado en juegos, videojuegos, programación, algoritmos, pensamiento algorítmico.

ABSTRACT

High failure and dropout rates recorded in first year programming university courses, observed at the Autonomous University of Aguascalientes and the rest of the world, are strong indicators regarding the significance of the challenges that programming learners often face, whom, due to the deeply abstract nature of the topics as well as their heterogeneous academic background, frequently lack the tools and knowledge to overcome said challenges.

The present study is leveraged by facts such as the familiarity found in the new generations toward digital resources, the prevalence of visual learning styles among learners, and the interactive and visual nature exhibited by videogames and their associated intrinsic motivation, to carry out an experiment with a pre test, post test and control group design throughout two phases to identify the effects associated with the use of the commercial videogame Spacechem (a logic puzzle game with a deep similitude with visual programming) in the development of the skills required by programming learners.

Evidence of a significant relationship between the usage of the Spacechem videogame and the comprehension and performance of algorithmic skills among programming learners was found throughout this study.

Key words: Game based learning, videogames, programming, algorithms, algorithmic thinking.

INTRODUCCIÓN

Una gran cantidad de esfuerzo se ha invertido para apoyar las actividades de aprendizaje de la programación. Sin embargo, los resultados están lejos de tener un claro nivel de éxito. Los problemas con el proceso de aprendizaje de la programación, y consecuentemente los índices de fracaso, crean clases con alto número de alumnos que diluyen los esfuerzos educativos. El problema aumenta aún más con la heterogeneidad de los alumnos, estudiantes con diferentes contextos, conocimientos, ritmos y estilos de aprendizaje. Un enfoque clásico está condenado al fracaso debido a que los profesores no pueden cumplir con las metas de cada uno de los alumnos.

En la actualidad, niños y jóvenes son introducidos al mundo digital mediante los videojuegos, y la forma en la que interactúan con estos puede estar cambiando la forma en la que aprenden y consolidan su conocimiento de acuerdo a las investigaciones de Gros (2007). El compromiso y la motivación asociados con el uso de videojuegos son beneficios interesantes y dan cabida a hipótesis de los beneficios de construir contextos educativos dentro de los videojuegos, representando una oportunidad para mejorar los procesos de aprendizaje de los usuarios. Los videojuegos son capaces de crear una nueva cultura de aprendizaje que corresponda mejor a los hábitos e intereses de los alumnos de acuerdo a Prensky (2001), ya que constituyen experiencias centradas en el usuario que promueven situaciones desafiantes, compromiso y el desarrollo de estrategias para la resolución de problemas.

Los videojuegos pueden ser contextos de aprendizaje que permitan a los estudiantes descubrir nuevas reglas e ideas en lugar de memorizar el material que otros presentan. Por ejemplo, los videojuegos de simulación permiten a los estudiantes interactuar con el entorno mediante la exploración y manipulación de los objetos para comprobar sus hipótesis, por lo tanto, mientras experimentan el mundo del videojuego, los estudiantes se vuelven activos participantes del proceso de aprendizaje y, conforme a lo expuesto por Bruner

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(1961), su motivación puede cambiar de recompensas extrínsecas a recompensas intrínsecas.

La habilidad de resolver problemas es una de las características más importantes de las habilidades humanas de acuerdo con Holoyoak (1991). Y citando a Kiili (2005), los videojuegos por sí mismos son grandes problemas compuestos de problemas más pequeños casualmente relacionados, los cuales a su vez proveen un entorno significativo para ser resueltos.

Los beneficios del aprendizaje apoyado por videojuegos son numerosos, como explica Mann et al. (2002), y los juegos cuentan con la posibilidad de simular experiencias reales mejor que los recursos educativos tradicionales. Esto permite a los alumnos sumergirse en un contexto simulado realista con amplias posibilidades de visualización e interacción, que como explican Ebner y Holzinger (2007), es un aspecto que puede resultar sumamente ventajoso en la enseñanza de tópicos algorítmicos.

Para el desarrollo de la presente investigación, se presenta, obviando la presente sección, el capítulo I titulado "Problemática" cuyo contenido corresponde al contexto actual de la enseñanza de la programación en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, haciendo particular énfasis en los retos que se enfrentan actualmente.

En el capítulo II titulado "Formulación del problema de Investigación", se describen las características del presente estudio, la forma en la que se estructuró el diseño del experimento, así como los objetivos generales y específicos y la hipótesis general.

En el capítulo III titulado "Marco Teórico" se exponen las bases teóricas empleadas para la formulación de este experimento.

En el capítulo IV titulado "Metodología" se presenta la descripción del tipo de estudio que se llevó a cabo, así como las herramientas metodológicas que se seleccionaron, considerando el propósito de lograr mejores respuestas a las preguntas de investigación y así poder enriquecer los resultados.

En el capítulo V titulado “Análisis y Resultados” se presentan los resultados obtenidos del análisis de la información recabada a partir de los instrumentos que fueron empleados para tal fin.

En el último capítulo parte se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado una vez que se terminó el análisis de la información recopilada.



CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA

En el presente capítulo se explican las dificultades generales que rodean el contexto del experimento, situándose en el panorama global y el de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

1.1 Dificultades del aprendizaje de la programación entre principiantes y alumnos de reciente ingreso

La programación de computadoras es un tópico que involucra habilidad en el diseño de algoritmos para la escritura de un programa, el entendimiento de la sintaxis y de la lógica del programa. La programación no es solo una habilidad jerárquica sino también un conjunto de habilidades cuyo proceso comienza con la traducción de un algoritmo en código de programa. La parte más complicada de este proceso es la interpretación de especificaciones y requerimientos en el algoritmo, el algoritmo correcto producirá el programa correcto. Por lo tanto, es necesario que los estudiantes sean hábiles en todos los procesos mencionados; diseñar el algoritmo, traducir el algoritmo en código de programa y escribir el código con la sintaxis correcta.

Las dificultades de la enseñanza de tópicos introductorios de la disciplina de la programación se encuentran bien documentadas, como se explica a continuación:

La ACM (2001) explica que los cursos de programación regularmente están diseñados para enfocarse en las sintaxis y las características específicas de un lenguaje de programación, llevando a los alumnos a concentrarse en estos detalles relativamente insignificantes en lugar de las habilidades algorítmicas subyacentes. Muchos de los lenguajes utilizados para la programación orientada a objetos utilizados en la industria son significativamente más complejos que los lenguajes clásicos. A menos que los instructores tomen particular precaución para introducir dicho material de tal manera que limite su

complejidad, estos detalles pueden fácilmente abrumar a los alumnos introductorios.

Reforzando el punto anterior, Rahmat et al. (2012) en su investigación expresan que el lenguaje utilizado para la enseñanza de niveles introductorios de programación representa un área problemática, ya que generalmente, el objetivo de un curso de programación es enseñar al alumno sobre las habilidades relacionadas con la programación y el lenguaje de programación es solo un medio para alcanzar dicho fin. Sin embargo, la mayoría de los lenguajes de programación utilizados en la enseñanza no están diseñados con un enfoque didáctico, sino para su uso en la industria, por lo tanto, no son opciones apropiadas para ser empleadas en el proceso de educativo

Lahtinen, Ala-Mutka, y Hannu-Matti, (2005) explican en su estudio que la programación no es un tópico sencillo para ser estudiado, ya que requiere un entendimiento correcto de varios conceptos de naturaleza particularmente abstracta, y exponen que las dificultades encontradas son acrecentadas por la frecuente falta de instrucción personalizada.

Por su parte, Futschek (2006) presenta una serie de carencias encontradas entre los alumnos de primer semestre en la Facultad de Informática de la Universidad de Tecnología de Vienna:

1. Falta de conocimiento previo de la informática.
2. Falta de conocimiento previo de cómo funcionan las computadoras.
3. Falta de conocimiento previo sobre algoritmos.
4. Falta de conocimiento previo sobre programación.
5. Falta de conocimiento previo en matemáticas.

En el estudio anterior, se determinó que eran estas carencias las causantes de un alto índice de deserción y un bajo nivel de éxito en los tópicos de Programación y algoritmos, así como de Estructura de Datos.

Haciendo eco a los resultados anteriores, se encuentran las investigaciones de Jenkins (2002), quien establece que el entendimiento de algoritmos es una de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

las dificultades características con las que se confrontan los alumnos que comienzan a aprender programación, y de Mhashi y Alakel (2013), quienes aplicaron un cuestionario para identificar las dificultades del aprendizaje desde el punto de vista de los alumnos de programación. Entre los resultados alcanzados por estos últimos se encuentra que los alumnos comúnmente carecen de la habilidad para la resolución de problemas en sus diferentes etapas, así como desconocimiento de tópicos generales de programación, principalmente la falta de práctica y de retroalimentación al realizar ejercicios.

Otro factor que dificulta la enseñanza, si bien no de forma exclusiva para los tópicos relacionados con la programación, se presenta en la entrevista conducida por Cardellini (2002) al investigador Richard Felder, en la que determina que la mayoría de los alumnos favorecen recursos visuales para el proceso de aprendizaje, y que la forma en que se presenta la información en los cursos universitarios es abrumadoramente verbal. En su investigación, Felder (1996) concluye que cuando se emplean estilos de enseñanza desalineados con los estilos preferidos de los alumnos, la motivación desaparece rápidamente, aumenta el ausentismo y bajan los resultados de las evaluaciones.

1.2 Estudios relacionados

En años recientes, varias herramientas se han propuesto para reducir las dificultades de aprendizaje sufridas por los alumnos, las cuales han generado resultados mixtos de acuerdo a Santos, Gomes, y Mendes (2010). Entre las herramientas desarrolladas por este grupo se pueden mencionar: VIP, SICAS (Figura 1), OOP-Anim, Sicas-Col y h-SICAS.

La herramienta SICAS permite visualizar algoritmos simples empleando diagramas de flujo, los cuales son fáciles de comprender por los alumnos, y se observó que aquellos estudiantes que entendían los ejemplos presentados por la herramienta desarrollaban la capacidad de resolver problemas simples. Sin embargo, al pedirles a los alumnos que diseñaran sus programas desde cero,

las dificultades comenzaban una vez más. Los resultados obtenidos por Santos, Gomes, y Mendes (2010), muestran que su uso no redujo de manera significativa las dificultades de los alumnos más débiles, y de acuerdo a sus conclusiones, estos estudiantes necesitan un apoyo más fuerte para fomentar su compromiso con las actividades de aprendizaje, dentro y fuera del aula.

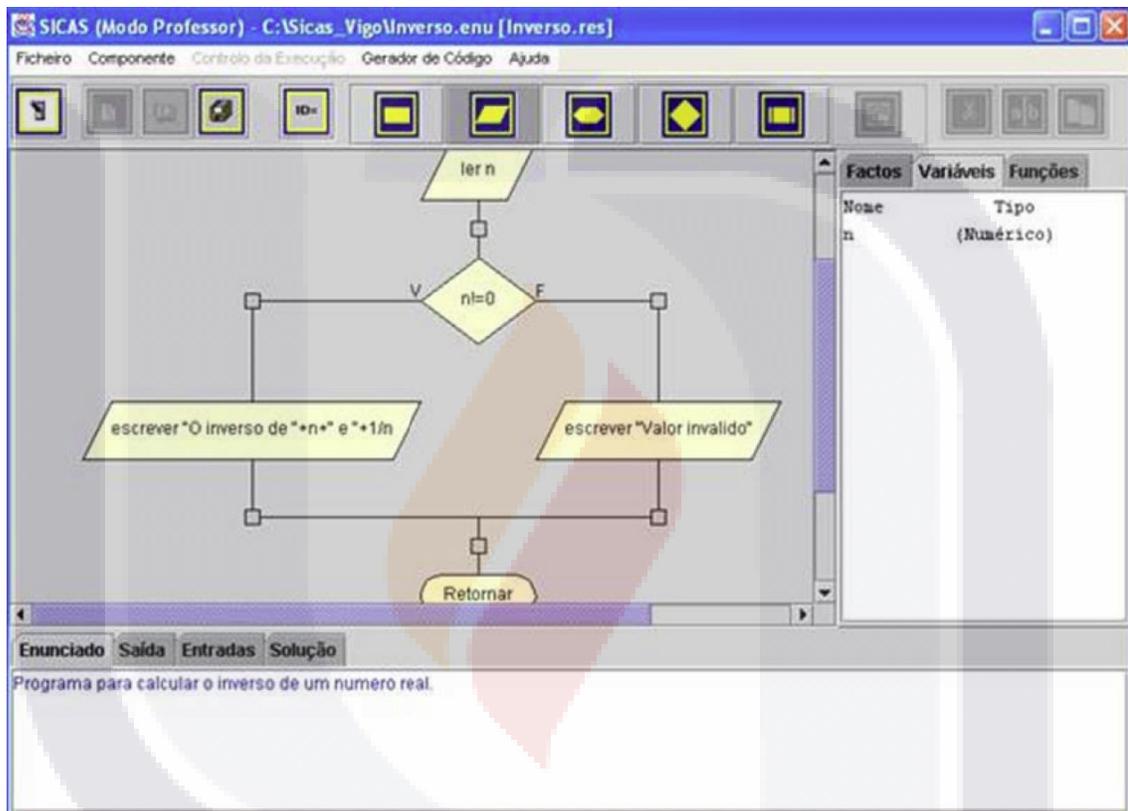


Figura 1. Interfaz de la herramienta SICAS. Fuente: Santos, Gomes, y Mendes (2010)

Otro estudio realizado con el fin de fomentar las habilidades algorítmicas es el realizado por Cooper, Dann, y Pausch (2000) en el que se empleó el software Alice como una herramienta para el apoyo del desarrollo del aprendizaje algorítmico para aprendices de programación. Alice es una herramienta de animación que permite crear mundos interactivos en tercera dimensión mediante el uso de programas sencillos que emplean un lenguaje de programación cercano al lenguaje natural. Si bien los resultados de este experimento no fueron particularmente concretos, los investigadores notaron

ciertos factores que motivaron el uso de la herramienta por parte de los alumnos durante su realización:

- Retroalimentación inmediata.

Los alumnos podían ver de manera instantánea los resultados de sus animaciones al ejecutar el código del programa. El aspecto visual de las animaciones se relacionaba directamente con el código que lo provocaba.

- Diversión.

Los alumnos relataron su particular gozo al emplear la herramienta al refinar sus animaciones para que fueran progresivamente más realistas y elaboradas.

- Lenguaje natural.

El lenguaje empleado por la herramienta guarda muchas similitudes con el inglés, cada instrucción se compone de un nombre, un verbo, y parámetros opcionales. Por ejemplo, la instrucción `conejo.mover(adelante, 3)` haría que la entidad conejo se moviera tres unidades hacia adelante en la animación del alumno.

Analizando las investigaciones anteriores, nos damos cuenta de que el uso de animación como una herramienta para apoyar a los estudiantes en el aprendizaje a programar no es una idea del todo novedosa al considerar las investigaciones realizadas por Brown (1988), Naps (1996), Shu (1988), y Stasko, Brown, y Price (1988). Por ejemplo, Shu (1988) (un investigador en visualización) considera que la programación emplea ambas partes del cerebro y se enfoca en las necesidades de involucrar a la mitad artística - expresando la necesidad de involucrar imágenes en el proceso. Intentos de agregar elementos de animación a los algoritmos, como XTANGO de (Stasko, 1992) y Balsa (Brown, 1988) han sido desarrollados con la idea de incorporar la visualización en el proceso de aprendizaje.

Sin embargo, un patrón constantemente presentado en estos estudios es el de la invariable falta de motivación que muestran los alumnos para hacer uso de dichas herramientas (Santos et al., (2010); Arévalo y Solano (2013)). Regresando al caso de la herramienta Alice, vemos que el factor de la diversión puede ser un factor clave de su uso. La consecuencia lógica entonces, sería la de unificar estos dos factores: visualización, contenido didáctico y mecánicas atractivas.

1.3 Problemática en México - Caso Universidad Autónoma de Aguascalientes

La situación en México, específicamente en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, no queda exenta de las dificultades expuestas en este capítulo: Dificultades en el aprendizaje de tópicos abstractos y diferentes estilos de aprendizaje y contextos académicos en los alumnos, resultando en las mismas consecuencias presentadas en las investigaciones previamente mencionadas: un alto índice de deserción y un bajo nivel de éxito en los cursos de tópicos de Programación y algoritmos, como queda manifiesto en la figura 2.

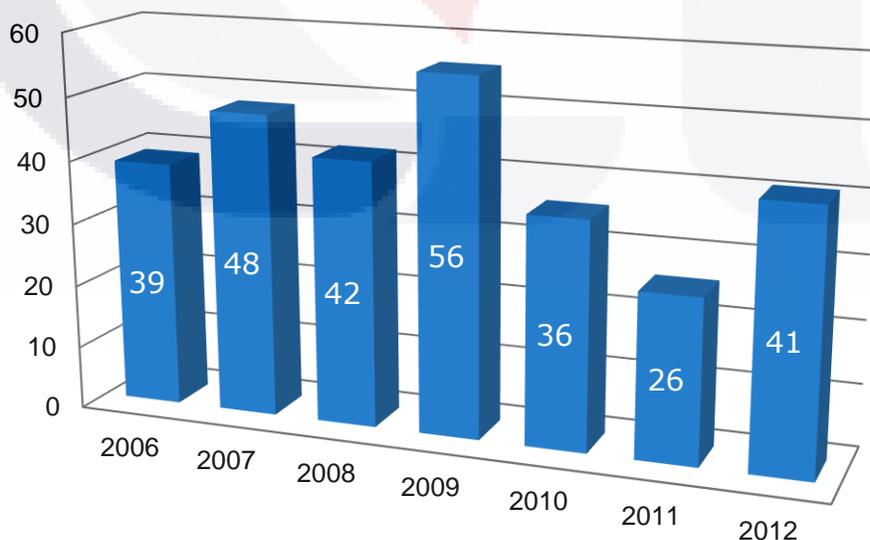


Figura 2. Porcentajes de reprobación de la materia Programación I de la Licenciatura en Tecnologías de información 2006 - 2012. Fuente: Universidad Autónoma de Aguascalientes

CÁPITULO II - FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Tipo de investigación

La investigación que se realizó constituye un estudio cuantitativo con un diseño experimental de pre prueba, post prueba, con grupo de control centrado en identificar la presencia y magnitud de los posibles cambios en el desempeño algorítmico de los alumnos que hagan uso del uso del videojuego Spacechem.

Los instrumentos empleados fueron una serie de encuestas, evaluaciones, rúbricas de evaluación (explicadas en el capítulo de Metodología), así como el videojuego Spacechem y la plataforma de Contenidos Steam (explicados en el capítulo de Marco Teórico).

El alcance del experimento consistió en dos grupos de primer semestre de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en dos fases consecutivas: Un estudio exploratorio en 2012 y una réplica calibrada en 2013.

2.2 Preguntas de investigación

- 1.- ¿El uso del videojuego Spacechem como tratamiento experimental generará diferencias estadísticamente significativas en el desempeño de tópicos algorítmicos entre los subgrupos control y experimental?
- 2.- ¿Existe una relación directa entre el uso del videojuego Spacechem y la mejora del uso y entendimiento de tópicos algorítmicos en los alumnos que lo utilicen?

2.3 Objetivos

3.3.1 Objetivo General

Determinar la validez del uso del videojuego Spacechem como complemento al aprendizaje de tópicos algorítmicos mejorando las habilidades algorítmicas de los alumnos que lo jueguen.

3.3.2 Objetivos específicos

- 1.- Realizar una prueba piloto para determinar la validez del diseño experimental, así como la viabilidad de la realización del experimento en la UAA, las evaluaciones aplicadas a los alumnos, así como el contenido de las sesiones experimentales y la motivación percibida.
- 2.- Analizar los resultados obtenidos durante la realización de la prueba piloto y calibrar los componentes del experimento que así lo requieran.
- 3.- Realizar una réplica calibrada del experimento a un grupo de aprendices de programación equivalente al de la prueba piloto.
- 4.- Analizar la información recopilada de la réplica a fin de identificar diferencias estadísticas significativas entre los grupos participantes, e como identificar una posible relación entre el tiempo de uso del videojuego y el factor de cambio en el desempeño de habilidades algorítmicas.

2.4 Hipótesis

La hipótesis general de este estudio es que existe evidencia de una relación significativa entre el uso del videojuego Spacechem y el mejoramiento de captación y empleo de habilidades algorítmicas de los alumnos que lo utilicen.

CAPÍTULO III - MARCO TEÓRICO

3.1 Programación de computadoras

La programación de computadoras (comúnmente denominada como programación) es un proceso que parte de una formulación original de un problema de cómputo hasta la creación de un programa de cómputo ejecutable. La programación involucra el uso de habilidades como análisis, entendimiento del problema y resolución de problemas, resultando lo anterior en un algoritmo, el cual es implementado utilizando un lenguaje de programación.

Un lenguaje de programación es un lenguaje artificial diseñado para comunicar instrucciones a una máquina, particularmente a una computadora. Los lenguajes de programación son utilizados para controlar el comportamiento de una máquina o para expresar un algoritmo, y se dividen en dos componentes: sintaxis (forma) y semántica (significado).

A grandes rasgos, los lenguajes de programación se pueden clasificar por su paradigma de programación, estructuras teóricas que definen la forma y los elementos que conforman los programas de computadora.

Tradicionalmente, los lenguajes de programación han adoptado el paradigma imperativo, bajo el cual se describe a los programas como conjuntos de sentencias imperativas, mientras que lenguajes más recientes han adoptado paradigmas más refinados como el de programación procedural, programación orientada a objetos, programación funcional y programación lógica. Una comparación entre algunos de los paradigmas de programación antes mencionados se presenta en la tabla 1.

El propósito de la programación es encontrar una secuencia de instrucciones para realizar un objetivo específico o resolver un problema en particular. El proceso de programación frecuentemente requiere el manejo de varias habilidades, incluyendo conocimiento especializado de algoritmos y de lógica formal.

Tabla 1. Comparación de paradigmas de programación. Fuente: Elaboración propia.

Paradigma	Descripción	Características principales	Lenguajes
Imperativo	Declaraciones que cambian directamente el estado del programa	Asignación directa, estructuras de datos	C, C++, Java, PHP, Python
Estructurado	Un estilo de programación imperativa con una estructura de programación más lógico	Uso de sangrías, carencia o uso limitado de sentencias "goto"	C, C++, Java
Procedural	Derivada de la programación estructurada, basada en el concepto de programación modular o la llamada de procedimientos	Secuencia, selección, iteración y modularización del programa	C, C++, Lisp, PHP, Python
Orientado a objetos	Trata a los campos de datos como objetos, manipulados únicamente mediante métodos predefinidos	Objetos, métodos, pase de mensajes, ofuscación de información, abstracción de datos, encapsulamiento, polimorfismo, herencia.	C++, C#, Java, PHP, Python, Ruby, Scala
Funcional	Trata la computación como la evaluación de funciones matemáticas	Calculo de Lambda, formulas, recursión, transparencia referencial	Erlang, Haskell, Clojure, Scala, F#

3.2 Algoritmos

En términos simples, es posible decir que un algoritmo es una secuencia de pasos que permiten resolver un objetivo específico. Hay tres características que deben tener los algoritmos para que se consideren validos:

- Finito - Deben tener un inicio y un fin.
- Preciso - Las instrucciones deben de ser claras y precisas.
- Efectivo - Debe de resolver el objetivo para que el que fueron diseñados.

También es conveniente notar que los algoritmos no son exclusivos a las ciencias computacionales, sino que son entidades de origen matemático. Los primeros algoritmos de los que se tiene conocimiento datan del año 1600 A.C., algoritmos de factorización para la obtención de raíces cuadradas diseñados por los Babilonios.

Aterrizando el concepto de algoritmo en el contexto de las ciencias computacionales se puede definir como un proceso bien definido que toma un valor o conjunto de valores como entrada, y produce un valor o conjunto de valores resultantes (Sedgewick, 1983).

3.3 Pensamiento Algorítmico

Un componente clave del uso de algoritmos de acuerdo a Snyder (2000) es el llamado pensamiento algorítmico. Futschek (2006) lo define como un conjunto de habilidades que están conectadas con la construcción y el entendimiento de los algoritmos, las cuales son:

- La habilidad de analizar problemas.
- La habilidad de especificar problemas de manera precisa.
- La habilidad para identificar las acciones adecuadas para un determinado problema.
- La habilidad construir un algoritmo correcto para un problema dado.
- La habilidad para pensar en todos los casos especiales y normales de un problema.
- La habilidad de mejorar la eficiencia de un algoritmo.

3.4 Enseñanza del pensamiento algorítmico

La enseñanza del pensamiento algorítmico representa un dilema muy interesante dado su estrecho vínculo con la creatividad. Futschek (2006),

expresa que el mejor enfoque para la enseñanza del pensamiento algorítmico debe de ser la resolución de problemas cuidadosamente elegidos por un instructor, y que cuya solución pueda ser alcanzada de una manera independiente de un lenguaje de programación específico. Esto debido a que presentar los detalles subyacentes relacionados con el uso de un lenguaje de programación, junto con el diseño de un nuevo algoritmo, genera frecuentemente saturación y confusión entre los aprendices de programación.

Para la enseñanza de tópicos algorítmicos se suele emplear un lenguaje de alto nivel (cercano al lenguaje natural) y que este orientado al contexto del problema para expresar solución, por lo que comúnmente se emplea pseudocódigo, el cual es una descripción informal de un programa de computadora o algoritmo.

Otro enfoque comúnmente utilizado en la enseñanza de tópicos algorítmicos son los diagramas de flujo, que como explica Bohl (2007), son diagramas que permiten representar un algoritmo de manera visual, mostrando cada uno de los pasos como bloques ordenados y conectados mediante flechas. Sin embargo, con la llegada de lenguajes de programación que utilizan saltos arbitrarios en el flujo de control, su empleo para visualizar algoritmos fue decreciendo.

La investigación realizada por Thompson y Riding (1990) apoya la hipótesis de que el empleo de animaciones puede facilitar el aprendizaje cuando representan acciones detalladas que el uso de gráficos estáticos no podrían representar claramente. Si bien pueden haber algunas dificultades como excesiva complejidad o rapidez en dichas animaciones, Schnotz y Grzondziel (1999) explican que la implementación de elementos interactivos en estas animaciones pueden ayudar a superar dichas dificultades.

La visualización de los algoritmos mediante una herramienta o actividad complementaria para los alumnos puede llegar a ser sumamente útil. A los aprendices de la programación les gusta experimentar con los algoritmos mientras les alimentan diferentes valores de entrada para obtener una idea de

cómo trabajan y qué clase de problemas pueden presentarse durante su uso, como una ejecución infinita o una explosión combinatoria (Futschek, 2006).

3.5 Juegos y simulación

De acuerdo a Ricci, Salas, y Cannon-Bowers, (1996), "La educación basada en juegos educativos generalmente cae en dos categorías: juegos de simulación y videojuegos. Los juegos de simulación modelan un proceso o mecanismo relacionándolo con cambios en las entradas que son relevantes al objetivo y las salidas en una realidad simplificada que puede no tener un punto final definitivo" (p 296). Ricci et al también comenta que los juegos de simulación "frecuentemente dependen de los aprendices para alcanzar conclusiones a través de la exploración de las relaciones entre las entradas y las subsecuentes salidas" (p 296). Por otra parte, los videojuegos, son interacciones competitivas ligadas a reglas para alcanzar objetivos específicos que dependen de la habilidad, conocimiento, el azar o contextos, como explican Randel, Morris, Wetzell, y Whitehill (1992).

3.5.1 Videojuegos

De acuerdo a Garris, Ahlers, y Driskell, (2002), trabajos preliminares en la definición de juegos sugieren que no existen propiedades presentes en todos los juegos, y que los juegos pertenecen a la misma categoría semántica debido a que tienen un parecido familiar entre sí.

Existe una gran variedad de géneros de videojuegos, pero no existe una clasificación estandarizada. La industria, desarrolladores y académicos emplean entre sí diferentes taxonomías para clasificarlos. A continuación se muestra una categorización propuesta por el investigador Gros (2007)

1. Acción - Juegos basados en rápidas reacción por parte de los jugadores.
2. Aventura - Juegos en los que el jugador puede explorar mundos virtuales y tiene que superar pruebas para progresar.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
3. Pelea - Estos juegos se basan en el combate contra personajes controlados por la computadora o por otros jugadores.
 4. Rol - Personajes humanos asumen las características de una persona o creatura.
 5. Simulaciones - El jugador debe de superar con éxito una recreación simplificada de un lugar o situación para alcanzar un objetivo específico
 6. Deportes - Estos juegos están basados en deportes.
 7. Estrategia - Estos juegos recrean situaciones históricas o ficticias que permiten al jugador diseñar una estrategia adecuada para alcanzar un objetivo.

Esta clase de taxonomía no es fácil de aplicar debido a que los juegos muchas veces califican en más de una categoría. Por ejemplo, un juego de deportes puede proveer la información necesaria para organizar un equipo, lo cual combinaría elementos de simulación con características de juegos de estrategia en un contexto deportivo.

3.5.2 Simulaciones

En contraste a los juegos, Crookall, Oxford, y Saunders (1987) consideraron una simulación como una representación de un sistema real que también toma aspectos de realidad. Henderson, Klemes, y Eshet, (2000) comentan que una simulación intenta imitar fielmente un ambiente real o imaginario que no puede ser experimentado directamente, mientras que Berson (1996) argumenta que las simulaciones también permiten acceder a actividades que serían de otra manera demasiado costosas, peligrosas o imprácticas para un salón de clases. Lee (1999) agrega que una simulación es definida como un programa de computadora que ata elementos a través de relaciones de causa y efecto.

Agregando a lo anterior, Garris et al. (2002) proponen que las simulaciones pueden contener además características de juegos, lo cual nos lleva a la definición de juegos de simulación.

3.5.3 Juegos de Simulación

Garris et al. (2002) ahondan en el argumento de si es posible considerar juegos y simulaciones como conceptos similares en cuanto ciertos criterios, manteniendo presente que la distinción clave es que las simulaciones representan la realidad mientras que los juegos no. Combinando las características de los dos medios, Rosenorn y Kofoed, (1998) describen los juegos y las simulaciones como entornos en que los participantes se encuentran activamente involucrados en experimentos, simulaciones de situaciones de trabajo, desarrollo de escenarios, etc.

3.5.4 Aspectos motivadores de los juegos.

De acuerdo con Garris et al. (2002), es fácil describir a los aprendices motivados; son entusiastas, enfocados y comprometidos, están interesados y disfrutan lo que hacen.

En relación con los videojuegos, Asakawa y Gilbert (2003) argumentan que, sin fuentes de motivación, los jugadores frecuentemente pierden interés y abandonan el juego. Sin embargo, existen pocos convenios entre los investigadores sobre cuáles son los elementos o características que propiciaron la motivación. De acuerdo con Rieber (1996) y McGreenere (1996), investigadores de la motivación, se han ofrecido las siguientes características como comunes entre todos los entornos de aprendizaje que propician la motivación: Reto, curiosidad, fantasía y control (Davis y Wiedenbeck, 2001; Malone y Lepper, 1987; Malone, 1980). Malone también agrega el criterio de diversión como motivador.

Para videojuegos interactivos, Steward (1997) agregó la importancia de los objetivos y los resultados, los cuales también son validados por Locke y Latham (1990). Se argumenta que objetivos claros y específicos le permiten al jugador percibir las discrepancias relacionadas con la retroalimentación recibida en su búsqueda del objetivo, lo cual se observa como un

desencadenante crucial para la atención y la motivación. Clark (2001) argumenta que sin los objetivos, no puede existir la motivación.

3.5.4.1 Fantasía

La investigación sugiere que el material puede ser aprendido más fácilmente cuando se presenta en un contexto que resulta interesante al aprendiz que cuando se presenta de manera genérica y descontextualizada (Garris et al., 2002).

Malone y Lepper (1987) definen la fantasía como un contexto que evoca imágenes mentales de situaciones físicas o sociales que no existen. Rieber (1996) ahonda en lo anterior estableciendo que la fantasía se utiliza para fomentar que los aprendices imaginen que están realizando una actividad en un contexto en el que realmente no están presentes.

Continuando con los resultados obtenidos por Malone y Lepper (1987), las fantasías pueden ofrecer analogías y metáforas de procesos reales, lo cual permite al usuario experimentar dichos fenómenos desde perspectivas variadas. Anderson y Pickett (1978) argumentan que las fantasías en forma de metáforas y analogías proveen a los aprendices de un mejor entendimiento, lo que les permite relacionar nueva información con los conocimientos existentes.

3.5.4.2 Control y manipulación

Hannifin y Sullivan (1996) definen el control como el ejercicio de la autoridad, o la habilidad de regular, dirigir u ordenar algo. El control, o autodeterminación, promueve valores intrínsecos de la motivación ya que los aprendices perciben un control directo sobre las decisiones que toman (de Charms 1986; Deci, 1975). De igual manera, el control implica que los resultados dependen de las decisiones del aprendiz, y por lo tanto, ellos deben de ser capaces de producir efectos significativos a través de sus propias acciones (Davis y Wiedenbeck, 2001). Conforme a los resultados de Garris et al. (2002), los juegos evocan un sentido personal de control al permitirle a los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

jugadores elegir y diseñar estrategias, tomar el control de las actividades y tomar decisiones que afectan directamente los resultados.

3.5.4.3 Reto y complejidad

El reto, también definido como competencia o maestría (Deci, 1975); Csikszentmihalyi, 1975; Harter, 1978; White, 1959) encarna la idea de que la motivación intrínseca ocurre cuando existe un encuentro entre la dificultad de una tarea y las habilidades del aprendiz. La tarea no debe ser demasiado fácil o demasiado sencilla, debido a que en cualquiera de estos dos casos, el aprendiz perderá el interés (Clark, 2001; Steward, 1997). Existen diversas maneras con las cuales se puede alcanzar un nivel óptimo de reto. Los objetivos deben de ser especificados de manera clara, sin embargo, el camino a seguir para alcanzar dichos objetivos debe ser incierto, y los objetivos deben de ser significativos para el individuo. Garris et al. (2002) argumentan que enlazar actividades a competencias del aprendiz, insertar actividades dentro de escenarios fantásticos absorbentes, o interactuar en dinámicas competitivas o cooperativas, pueden lograr que los objetivos resulten significativos.

3.5.4.4 Curiosidad

De acuerdo a Rieber (1996), el reto y la curiosidad se encuentran en estrecha relación. Cuando la curiosidad se manifiesta a partir de situaciones donde existe complejidad, incongruencia y discrepancia (Davis y Wiedenbeck, 2001). La curiosidad sensorial es el interés evocado por situaciones novedosas, y la curiosidad cognitiva es evocada por el deseo de conocimiento (Garris et al., 2002). La curiosidad cognitiva motiva al aprendiz a intentar resolver las inconsistencias a través de la exploración (Davis y Wiedenbeck, 2001). La curiosidad es el deseo de adquirir más información, el cual es el primer componente de la motivación de los jugadores para aprender a operar el juego (Westbrook y Braithwaite, 2001)

Malone y Lepper (1987) notaron que la curiosidad es uno de los principales factores que motivan el aprendizaje, y que está relacionada con el concepto de

misterio. Garris et al., (2002) comentan que la curiosidad es interna, residiendo dentro del individuo, y el misterio es una característica externa que se ubica en el juego.

3.5.4.5 Competición

Los estudios sobre competición con juegos y simulaciones tienen resultados mixtos debido a las preferencias de los participantes y las estructuras de recompensas. Un estudio realizado por Porter, Bird, y Wunder, (1990) sugiere que el desempeño es mejor cuando la estructura de recompensas se alinea con las preferencias de los individuos. De acuerdo con los autores, estas implicaciones mejorarán el desempeño de algunos aprendices pero inhibirán el de otros.

3.5.4.6 Retroalimentación

La retroalimentación dentro de los juegos puede ser provista para que los aprendices puedan evaluar rápidamente su progreso hacia los objetivos planteados. Esta retroalimentación puede tomar diferentes formas como visual, textual, aural, etc. (Rieber, 1996). De acuerdo con Ricci et al.(1996), dentro de los ambientes de los videojuegos, la retroalimentación es provista de varias maneras, como señales de audio y señalizaciones inmediatas en respuesta al desempeño del jugador. Los investigadores han argumentado que estos atributos de la retroalimentación pueden producir diferencias significativas en las actitudes de los aprendices, resultando en una mayor atención al contexto de aprendizaje. Clark (2003) expone que, para que la retroalimentación sea efectiva, debe ser basada en "objetivos de aprendizaje concretos que sean claramente entendidos" (p. 18) y que esto describe una brecha entre el desempeño exhibido por el aprendiz y el objetivo. Adicionalmente, la retroalimentación no debe enfocarse en el fracaso del jugador al intentar alcanzar el objetivo.

3.5.4.7 Diversión

El aprendizaje es un proceso activo por parte del aprendiz, y el conocimiento y entendimiento solo puede ser construido por los mismos aprendices (Clark 1994; Gagne 1965; Holzinger 2002; Wess 1971), sin embargo, experiencias memorables de aprendizaje no solo deben ser enriquecedoras y transformadoras, sin también disfrutables (Schneiderman, 1998).

Quinn (1997) argumenta que para que los juegos beneficien a una práctica educativa y de aprendizaje, es necesario que combinen elementos divertidos con aspectos didácticos, y que el diseño de los sistemas del juego incluyan componentes motivacionales, de aprendizaje e interactivos.

Aunque la diversión se ha citado como un aspecto importante de la motivación, y por extensión, del aprendizaje (Bloom, 1976; Holzinger, 1997; Logan y Gordon, 1981), existe poca evidencia empírica que apoye el criterio de diversión en videojuegos. Es posible que la diversión no sea un constructo, sino que represente otros conceptos como juego, compromiso y ritmo.

3.5.5 Resultados positivos del aprendizaje basado en juegos

Los estudios realizados que reportan sobre el efecto en el desempeño y resultados del aprendizaje de juegos arrojan resultados mixtos. En este segmento se discutirán los resultados positivos, negativos, o nulos de los diferentes estudios que se han realizado empleando videojuegos en el contexto del aprendizaje.

3.5.5.1 Resultados positivos del uso de Juegos y Simulaciones

El uso de simulaciones y juegos se ha citado como benéfico en un número de disciplinas, y para un número de situaciones educativas y de entrenamiento, entre las cuales se pueden citar entrenamiento de aviación (Salas, Bowers, y Rhodenizer, 1998), administración de tripulación de aviación (Baker, Prince, Shrestha, Oser, y Salas, 1993), preparación de misiones militares (Spiker y Nullmeyer, 1995), simulación de laboratorios (Betz, 1995), educación de física

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

y química (Khoo y Koh, 1998), geografía urbana y planificación (Adams, 1998), y medicina y cuidados de la salud (Westbrook y Braithwaite, 2001). Para negocios, los videojuegos y las simulaciones se han citado como recursos útiles en la enseñanza de planeación estratégica (Washburn y Gosen, 2001), finanzas (Santos et al., 2010), administración de portafolios (Brozic y Zapalska, 2002), mercadotecnia (Washburn y Gosen, 2001), y administración del conocimiento (Leemkuill, de jong, de Hoog, y Cristoph, 2003).

Conforme a los resultados de su investigación, Ricci et al. (1996) explica que el aprendizaje basado en videojuegos puede mejorar el aprendizaje y retención del conocimiento, y que la reacción positiva mostrada por los participantes podría incrementar la posibilidad de que los aprendices dedicaran tiempo extra a las actividades de entrenamiento. Malone (1980), por su parte, expone que los aprendices pueden estar aprendiendo una habilidad en una simulación parcialmente imaginaria, la cual podrán emplear después en una situación del mundo real, enfatizando que las ventajas cognitivas de que una fantasía se aproxime a una situación en la que dicha habilidad será empleada resultan obvias.

3.5.5.2 Resultados negativos o nulos del uso de videojuegos

Un número de investigadores han dirigido el problema de la motivación a los juegos, argumentando que la motivación atribuida al goce de los juegos educativos puede no representar necesariamente la presencia de aprendizaje.

Garris et al., (2002) hacen notar que, aunque los alumnos generalmente prefieren juegos por encima de otros recursos didácticos más tradicionales, los estudios han reportado resultados mixtos sobre la efectividad de su uso. Drukman (1995) concluye que los juegos pueden parecer elementos efectivos para aumentar la motivación e incrementar el interés en los tópicos estudiados, pero la extensión sobre cuánto de esto se traduce en aprendizaje efectivo resulta cada vez menos clara. Con cautela, Brougère (1999) comenta que cualquier cosa que contribuya al aumento de la emoción (tal como es la

calidad del diseño de los videojuegos) refuerza la atracción hacia el juego, pero no necesariamente el interés educativo. De manera similar, Salas et al. (1998) comentan que el gusto por las simulaciones no necesariamente se traduce en aprendizaje efectivo.

3.5.5.3 Relación entre el diseño instruccional y la efectividad del aprendizaje basado en juegos y simulaciones.

La postura predominantemente aceptada es que los juegos por sí mismos no son recursos suficientes para asegurar el aprendizaje, pero existen elementos en los juegos que pueden ser activados dentro de un contexto educativo capaces de mejorar el proceso del aprendizaje (Garris et al., 2002). En otras palabras, los resultados son afectados por las estrategias educativas empleadas (Wolfe, 1997). Leemkuill, de jong, de Hoog, y Cristoph, (2003) opinan que existe un consenso general en que ambientes interactivos como lo son los videojuegos y las simulaciones, no son medios efectivos de aprendizaje si no se anexa un apoyo didáctico.

3.5.6 Spacechem

Spacechem es un videojuego de acertijos lógicos con enfoque de resolución de problemas creado por el equipo desarrollador Zachtronics Industries ofrecido a través de la plataforma de contenidos Steam. Las mecánicas del juego combinan la lógica de la programación de computadores con un contexto de química y ciencia ficción (Barth, 2011).

Los jugadores construyen y diseñan máquinas para ensamblar y transformar compuestos químicos empleando mecánicas similares a las de programación visual. Conforme el juego avanza, los jugadores conectan dichas máquinas entre sí mediante tuberías para poder resolver problemas cada vez más complejos y "así vencer monstruos espaciales que atentan contra el destino de la humanidad" (Barth, 2011).

El juego se desarrolla en dos niveles de detalle:

- Nivel de reactor

En el nivel de reactor el jugador utiliza los símbolos de reactor para definir el orden de las acciones de cada uno de los hilos de ejecución (rojo y azul), los cuales se encargarán de manipular las entradas del reactor y transformarlas en las salidas requeridas.

Los diferentes símbolos del reactor que puede utilizar el jugador se muestran en la figura 3 y se describen a continuación:

1. Controles de ejecución del reactor: Detener, pausar, y velocidad de ejecución.
2. Acceso a la novela corta y al manual del juego.
3. Salir del nivel/reactor.
4. Tabla periódica de los elementos.
5. Deshacer la última acción dentro del reactor.
6. Rehacer la última acción dentro del reactor.
7. Crear enlace/romper enlace entre dos átomos.
8. Flechas de direccionamiento.
9. Tomar/soltar elemento.
10. Entrada de elementos al reactor.
11. Sincronización entre los dos hilos de ejecución.
12. 'Sensing': Evaluación y bifurcación del hilo de ejecución
13. Salida de elementos del reactor
14. Pausar la ejecución.
15. Gestión de hilos.

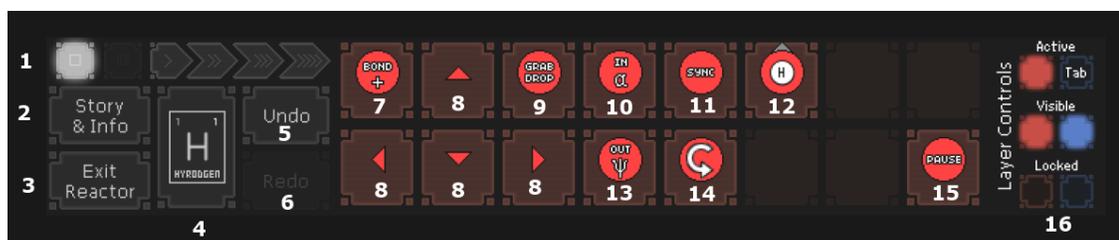


Figura 3. Símbolos de reactor. Fuente: Spacechem

En la figura 4 se muestra la solución a un problema con un nivel con un nivel de detalle de reactor. Como se puede apreciar, el reto para el jugador es determinar un orden de instrucciones que cumpla con los requisitos del planteamiento del nivel, valiéndose de los dos hilos de ejecución y de los múltiples símbolos del reactor disponibles. Durante el proceso de diseño de la solución, el jugador puede probar su solución y visualizar su ejecución paso a paso de los símbolos utilizados, permitiendo identificar de manera clara los posibles errores que pudieran presentarse y así poder continuar refinando la solución del problema.

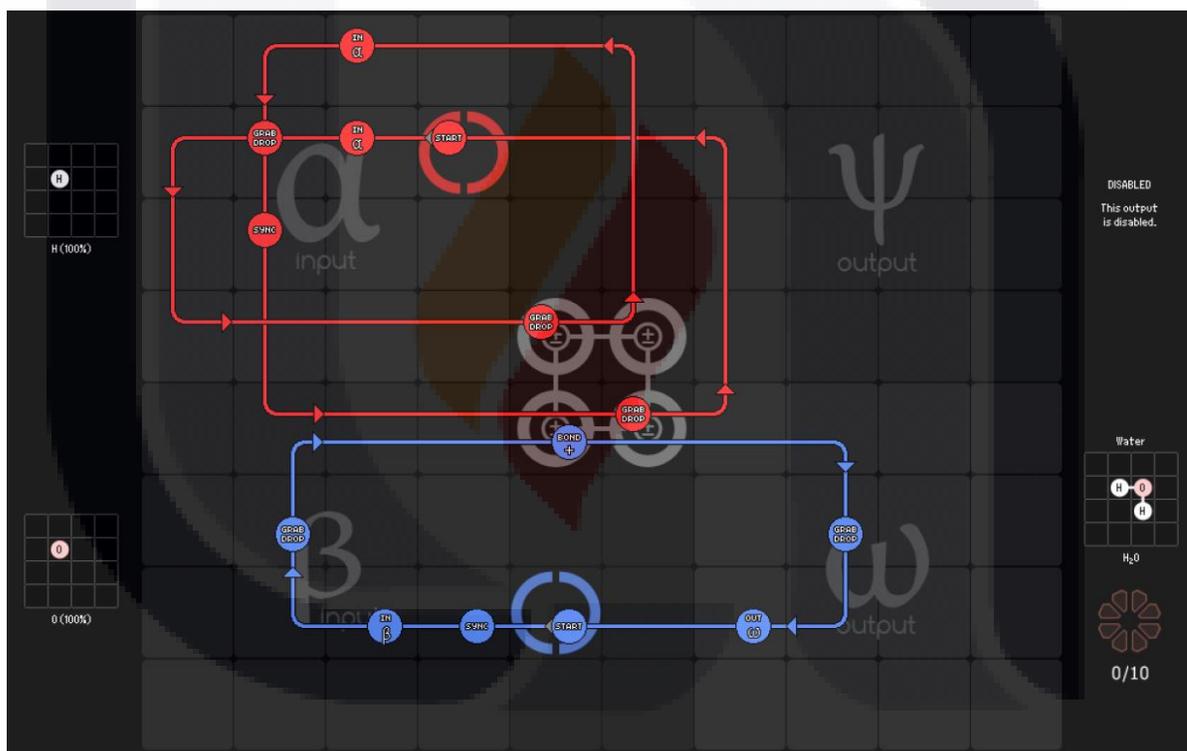


Figura 4. Nivel de detalle de reactor, creando agua a partir de átomos de hidrogeno y oxígeno.
Fuente: Spacechem

- Nivel de producción

En este nivel de detalle, el jugador es capaz de utilizar más de un reactor y definir las entradas y salidas de los mismos a su conveniencia, manipulando el interior de cada uno de los reactores empleados. Este nivel de detalle se utiliza para resolver problemas que por su complejidad, es necesario que sean divididos en subproblemas más simples, efectivamente convirtiendo cada reactor en un segmento del problema principal. En la figura 5 se muestra un ejemplo de este nivel de detalle.

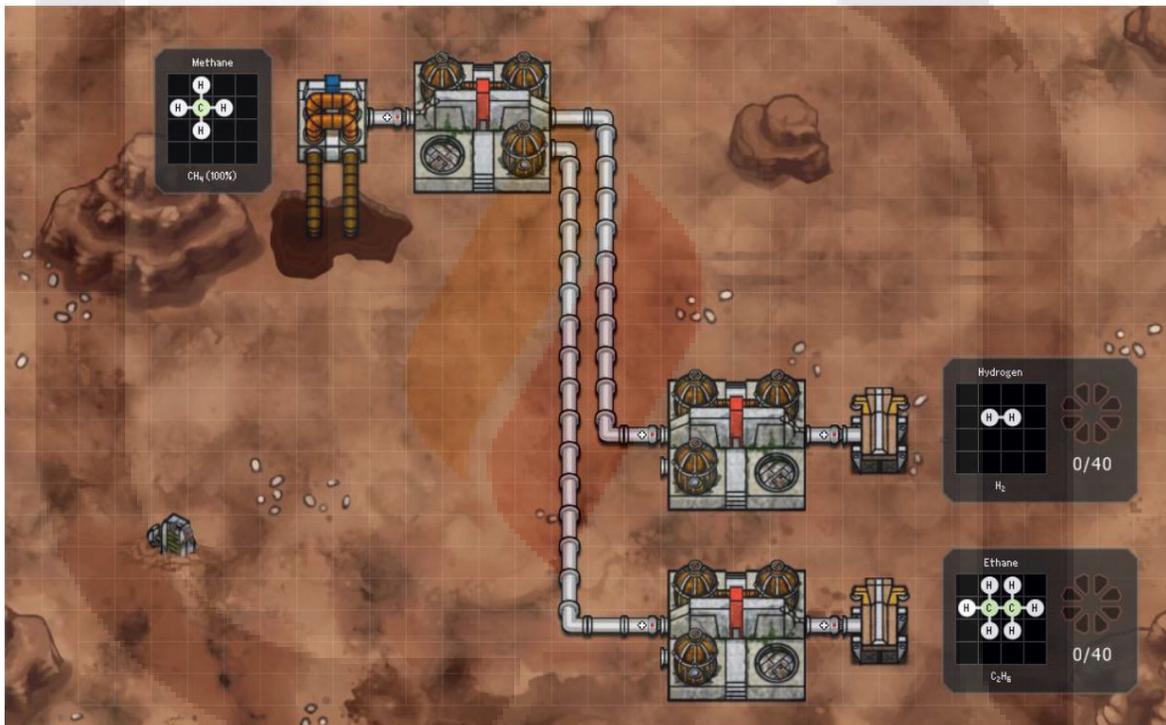


Figura 5. Nivel de detalle de producción, tres reactores conectados mediante tuberías. Fuente: Spacechem

El núcleo de las mecánicas del juego consiste en utilizar dos 'hilos de ejecución' que operan de manera simultánea, haciendo que los jugadores exploren y dominen conceptos como ejecución ordenada, ciclos, ramificaciones, primitivos de sincronización y subrutinas en un ambiente orgánico y comprensible.

El juego se compone de 53 niveles agrupados en ocho planetas, cada uno aumentando la complejidad de los problemas así como introduciendo nuevos símbolos de reactor para la resolución de los mismos. Cada planeta se acompaña de fragmentos de una novela corta que cuenta la historia del protagonista del juego, y diversos encuentros extraordinarios, como el que se muestra en la figura 6, las cuales representan situaciones que motivan el ingenio y creatividad del jugador al enfrentarlos a retos especiales.



Figura 6. Encuentro con una pirámide no muy amigable. Fuente: Spacechem

Al término de cada nivel, la solución propuesta por el jugador es evaluada, como se muestra en la figura 7, y situada en un histograma compuesto por todas las soluciones diseñadas por los demás jugadores.

Los criterios de evaluación de las soluciones son:

- Tiempo de ejecución: Se mide el tiempo de ejecución de la solución.
- Cantidad de reactores utilizados: Se mide el número de reactores utilizados para completar la solución.

- Cantidad de símbolos utilizados: Se mide la eficiencia de la solución con respecto al número de símbolos utilizados.

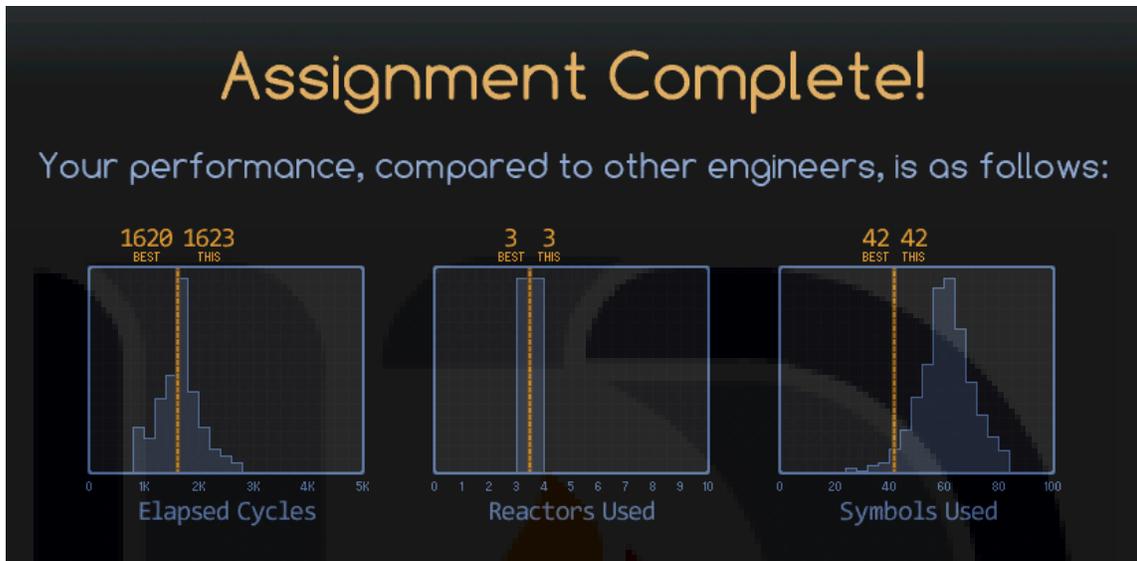


Figura 7. Evaluación de la solución al finalizar un nivel. Fuente: Spacechem

3.5.7 Justificación del uso del videojuego Spacechem

Recapitulando el contenido de esta sección, podemos enumerar los siguientes aspectos de interés:

- Los alumnos comúnmente son visuales en sus estilos de aprendizaje (Felder, 1996); Cardellini, 2002).
- El uso de la visualización potencia el proceso de aprendizaje, más aun si se emplea de manera interactiva para tópicos complejos y abstractos (Thompson y Riding, 1990; Brown, 1988; Naps, 1996; Shu, 1988; Stasko, 1992).
- Muchas herramientas que se han desarrollado para aprovechar los aspectos visuales e interactivos han sufrido por la falta de motivación que despiertan en sus usuarios (Santos et al., 2010; Arévalo y Solano, 2013; Brown, 1988; Cooper et al., 2000; Stasko, 1992).
- Los videojuegos han demostrado ser potenciales contextos de aprendizaje gracias a su naturaleza visual, interactiva y atractiva entre sus usuarios (Adams, 1998; Baker et al., 1993; Betz, 1995; Brozic y

Zapalska, 2002; Khoo y Koh, 1998; Leemkuill et al., 2003; Malone, 1980; Ricci et al., 1996; Salas et al., 1998; Santos et al., 2010; Spiker y Nullmeyer, 1995; Washburn y Gosen, 2001; Westbrook y Braithwaite, 2001).

Considerando lo anterior, es natural considerar que un videojuego que haya sido diseñado con una estrategia didáctica efectiva, sin sacrificar su naturaleza lúdica, sería el complemento ideal para el proceso de aprendizaje, sin embargo, en la actualidad no existe un gran número de videojuegos que cumplan con dichas características. Para la realización del presente estudio se encontró el videojuego Spacechem, cuyas características ya fueron explicadas anteriormente, y que si bien su objetivo no es expresamente el de la enseñanza de tópicos algorítmicos, la lógica detrás de las mecánicas que emplea se encuentra suficientemente relacionadas con las bases algorítmicas como para ser empleado en este experimento.

3.6 Steam

Steam es una plataforma en línea de distribución digital, administración de derechos digitales, partidas multijugador y de comunicación, desarrollada por Valve Corporation (figura 8). Esta plataforma es utilizada para distribuir videojuegos, software y archivos de medios creados, tanto por pequeños desarrolladores independientes, cómo por grandes casas de desarrollo de software.

Esta plataforma ofrece servicios administración y actualización automática de software en diferentes equipos de cómputo, así como una comunidad virtual y facilidades de respaldo de avance utilizando la nube. Actualmente está disponible en 25 idiomas y en los sistemas operativos Windows, OS X y Linux, así como con clientes móviles en las plataformas iOS y Android.

En estos últimos años, la plataforma Steam se ha ido posicionando a pasos agigantados desde su debut en el año 2003: Al 14 de Enero del 2014, más de 3,000 juegos diferentes se encuentran disponibles en su tienda digital, de

acuerdo a la información reportada durante las conferencias Steam Dev Days (Blue y Powers, 2013), ostenta más de 75 millones de usuarios activos y a Febrero de 2014 se anunció que se habían excedido los 7,500,000 usuarios concurrentes, mientras que en Octubre de 2013, de acuerdo al reportaje de Edwards (2013) publicado en el portal de noticias Bloomberg, se estimó que el 75% de los videojuegos comercializados en línea durante ese año habían sido adquiridos a través Steam.

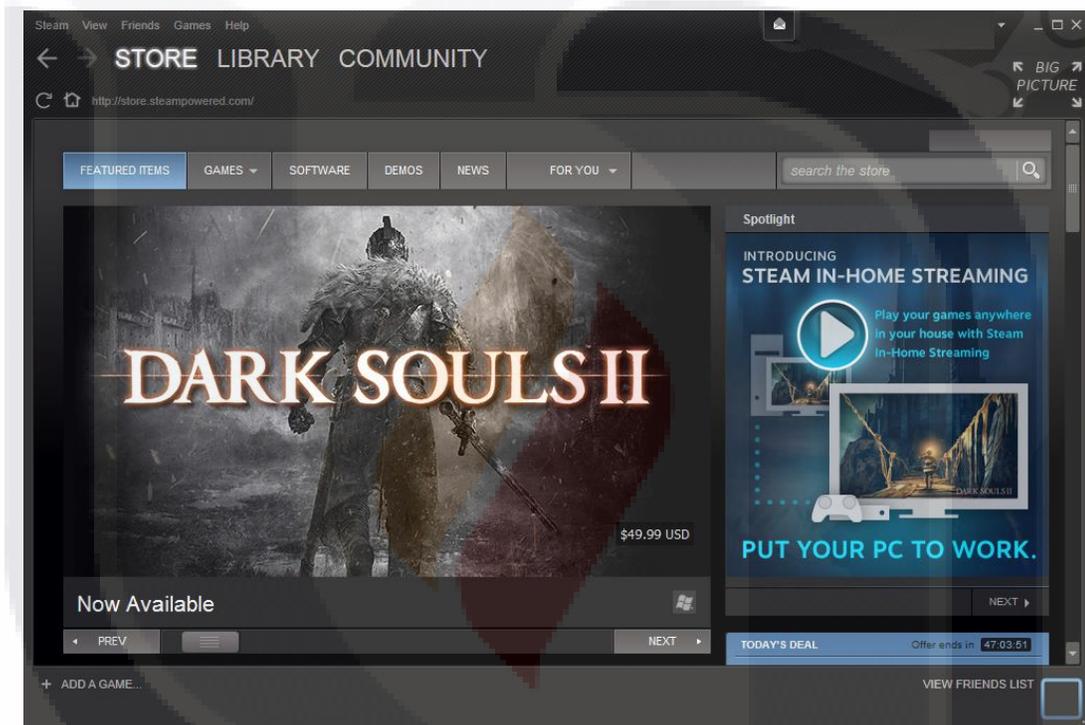


Figura 8. Interfaz de usuario de la plataforma Steam con la sub sección de tienda seleccionada. Fuente: Steam

Entre las características sociales que ofrece la plataforma Steam se pueden enumerar las siguientes:

- Perfiles de usuario, los cuales muestran información personalizable de los usuarios y estadísticas de juego (tiempo total de uso y frecuencia de juego, como se muestra en la figura 9)
- Formación de grupos y comunidades virtuales con recursos como boletines de noticias, foros y repositorios de recursos digitales.

- Servicios de chat y de voz.

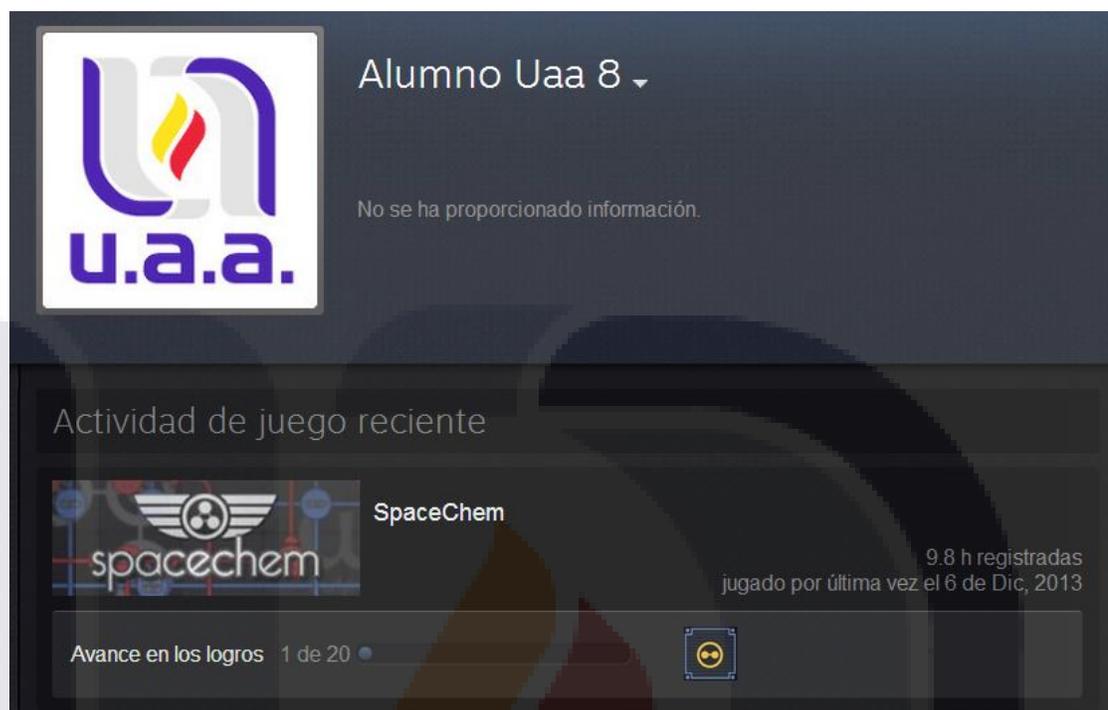


Figura 9. Perfil de Usuario de la plataforma Steam con registro de tiempo de juego. Fuente: Steam

3.7 Contexto del experimento

El presente experimento se realizó en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, institución de educación superior localizada la ciudad capital del estado de Aguascalientes, entidad ubicada en la región central de México, entre los estados de Zacatecas y Jalisco, y que de acuerdo al censo del 2012, sostiene una población den 968,119 habitantes.

Actualmente cuenta con dos centros de bachillerato y diversos centros académicos orientados a diferentes disciplinas que dan servicio a más de 2,000 alumnos de enseñanza media, 12,500 de licenciatura y 350 de posgrado durante el ciclo 2012-2013.

CAPÍTULO IV - METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la descripción del tipo de estudio que se llevó a cabo a fin de cumplir con los objetivos específicos y generales listados en el capítulo 3.

4.1 Diseño del experimento

Para este experimento se consideró un diseño experimental de pre prueba, post prueba, y grupo de control, mismo que de acuerdo a Sampieri, Fernández, y Baptista (2010), ofrece claras ventajas para analizar el efecto de influencias aisladas en un segmento de la población. El diseño pre prueba, post prueba, y grupo control se realiza de la siguiente manera: se asigna de manera aleatoria a los participantes entre dos subgrupos diferentes: experimental y control, después se aplica de manera simultánea una pre prueba a los dos subgrupos; a continuación, el subgrupo experimental recibe un tratamiento experimental de forma exclusiva, y para finalizar, se aplica de manera simultánea una post prueba a los dos subgrupos. Este diseño de experimento permite eliminar el impacto de influencias externas y aislar y analizar claramente el puntaje-ganancia de cada uno de los grupos.

La realización de este experimento se llevo a cabo en dos fases: La aplicación de prueba piloto en Octubre de 2012 y la aplicación de una réplica calibrada en 2013.

4.2 Población objetivo

El experimento se aplicó a alumnos de primer semestre de la carrera de Licenciatura en Tecnologías de Información de la UAA. Se eligió a este grupo debido a que es durante el primer semestre en que los alumnos cursan la materia de Algoritmos Computacionales, materia que representa el primer eslabón de la cadena de asignaturas orientadas a los tópicos de programación de computadoras, y es en el marco de esta materia que los alumnos obtienen las herramientas básicas necesarias para el diseño y análisis de algoritmos,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

valiéndose de diversos recursos como pseudocódigo o diagramas de flujo, sin entrar en detalles y limitaciones relacionadas con la implementación de un lenguaje de programación específico.

4.3 Prueba piloto Octubre 2012

Como corresponde al primer objetivo específico de investigación, se llevó a cabo la realización de la prueba piloto en Octubre del 2012, para la cual contó con la participación de 27 alumnos de primer semestre. El experimento se llevo a cabo a mediados del semestre académico agosto-diciembre 2012 a fin de que los participantes contaran con el conocimiento suficiente para diseñar y analizar algoritmos sencillos, y estuvieran ya familiarizados con los símbolos empleados en los diagramas de flujo, independientemente de historial académico, pero que aún no poseyeran las competencias asociadas con los tópicos más avanzados de la materia.

El objetivo principal de esta prueba piloto fue comprobar la viabilidad del experimento en el contexto universitario (capacidad de los laboratorios de cómputo, acceso al videojuego y a la plataforma Steam en la red universitaria), así como calibrar los diferentes componentes del tratamiento experimental (ritmo y contenido de las sesiones del tratamiento) y la validez de las pruebas y rubricas propuestas.

4.3.1 Aplicación de la encuesta exploratoria

Debido la naturaleza heterogénea de la educación media superior, y la posibilidad de que algunos alumnos hubieran tenido ya un acercamiento previo a tópicos relacionados con la programación de computadoras, se diseñó una encuesta exploratoria (anexo A), a fin de poder contar con información general de los alumnos participantes, la cual se aplicó a los participantes el día 15 de Octubre de 2012.

En la encuesta se emplearon escalas tipo Likert para identificar experiencias previas en el ámbito de la programación de computadoras, así como aspectos

relacionados con el nivel de predilección en el uso de videojuegos, horas de uso de videojuegos a la semanal y su gusto por resolver acertijos.

4.3.2 Pre Prueba y Post Prueba

Las pruebas estuvieron conformadas por problemas clásicos de algoritmos y pre programación seleccionados de fuentes como el libro Ejercicios de programación creativos y recreativos en C++ (C. G. Rodríguez, Llana, Martínez, Palao, y Pareja, 2002) y otras fuentes de problemas lógicos clásicos, cuidando que la complejidad de los mismos fuera la adecuada para las habilidades de los alumnos, y que cuyas soluciones requirieran la correcta aplicación de diversos fundamentos algorítmicos como la secuenciación de instrucciones, descomposición de problemas y el uso ciclos y condicionales, sin requerir el uso de un lenguaje de programación específico. La pre prueba y post prueba empleadas en la prueba piloto se muestran en los anexos B y C respectivamente.

Al diseñar la pre y post prueba se identificó el reto que representaba la falta de una herramienta confiable para su evaluación, ya que debido a la naturaleza abstracta y compleja de los algoritmos, no resultaba conveniente valerse de una evaluación escueta y resumida.

Al investigar sobre posibles formas de evaluación de estos tópicos, se encontró que una práctica común en diversas instituciones de educación superior, entre las cuales se puede nombrar a las Universidades de Minnesota, de Carolina del norte, del estado de Portland, y de Texas en Austin, es la del empleo de rúbricas de evaluación. De acuerdo a Stevens, Levi, y Walvoord (2012), una rúbrica es una herramienta de evaluación que establece expectativas específicas en el desempeño de una actividad, dividiéndola en componentes y detallando lo que se considera como niveles de desempeño aceptables e inaceptables para la realización de cada uno de sus componentes. Las rúbricas se componen de cuatro elementos fundamentales: descripción de la tarea, escala (nivel de desempeño), dimensiones (componentes de la tarea principal)

y descripción de las dimensiones (descripción detallada de cada nivel de desempeño en la escala de una dimensión).

Para la evaluación de la pre prueba y post prueba de la prueba piloto se empleó la rúbrica utilizada en el curso de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos, la cual es ofrecida por la Universidad de Carolina del Norte, campus Charlotte. Para este experimento se enfatizó la dimensión de 'Elaboración del algoritmo', la cual se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Dimensión de la Rubrica para Elaboración del algoritmo. Fuente: Universidad de Carolina del Norte, campus Charlotte

Dimensión	Escala (Valor de la escala)				
	Principiante (1)	Inexperto (2)	Aceptable (3)	Hábil (4)	Ejemplar (5)
Elaboración del algoritmo	El estudiante opta por "forzar" la solución del problema sin considerar el diseño del algoritmo	El estudiante elige / diseña un algoritmo incorrecto	El estudiante elige / diseña un algoritmo que aunque correcto, es ineficiente	El estudiante elige / diseña un algoritmo eficiente	El estudiante analiza ventajas y desventajas entre diferentes algoritmos posibles e implementa los resultados de su análisis a la solución.

4.3.3 Selección de participantes

Debido a la naturaleza exploratoria de la prueba piloto, así como la limitada cantidad de recursos disponibles, se consideró como un riesgo latente la posibilidad de que los alumnos seleccionados a participar en el tratamiento experimental no estuvieran suficientemente motivados para completar el tratamiento, y por tanto, no se contara con una cantidad suficiente de observaciones que permitiera identificar los elementos del experimento que requiriesen calibraciones y mejoras. Debido a lo anterior, se decidió seleccionar a aquellos alumnos que mostrasen una distintiva preferencia por el uso de videojuegos y/o resolución de acertijos para el subgrupo experimental,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

esperando que dichas características fueran indicadores de su participación y compromiso, y así minimizar el riesgo de una mortandad experimental exagerada, lo cual permitiría contar con una mayor validez y fiabilidad en réplicas subsecuentes.

4.3.4 Aplicación Pre prueba

Una vez que se hubo aplicado la encuesta a los alumnos, se pidió al profesor de la materia la oportunidad de utilizar el espacio de su clase para aplicar la pre prueba. El 16 de Octubre se aplicó la pre prueba a 22 alumnos y el 17 de Octubre a tres alumnos rezagados.

4.3.5 Tratamiento experimental

El tratamiento consistió en cinco sesiones de una hora entre el 22 y el 30 de Octubre. Las sesiones se realizaron justo después de la última clase de la jornada académica de los participantes en el laboratorio 54F de la UAA. Durante cada una de las sesiones, cada alumno tuvo acceso a un equipo de cómputo con el videojuego Spacechem instalado, galletas como refrigerio, así como también los siguientes recursos digitales:

- Acceso a una cuenta personal de la plataforma Steam con el videojuego Spacechem activado.
- Acceso a la página del grupo experimental en el portal de la comunidad Steam.
- Manual en español para la instalación de la plataforma Steam, el cual se puede encontrar en la liga:
<http://prezi.com/giurcjirbel5/instalacion-steam>
- Manual en español del Spacechem en línea, el cual se puede encontrar en la liga y en el anexo D:
<http://prezi.com/cqfclckz4nb8/manual-spacechem>

Cada sesión del tratamiento experimental comenzó con una breve introducción por parte del instructor, resaltando cierta mecánica encontrada en el

videojuego, siguiendo con la resolución de cierto número de problemas por parte de los participantes o por el instructor, haciendo uso del proyector con el que contaba el laboratorio de computo.

Durante las sesiones se fomentó el intercambio de ideas y estrategias entre los participantes para la resolución de los retos planteados así como la exposición y comparación de soluciones encontradas entre aquellos alumnos que fueran capaces de resolver los niveles de manera rápida y correcta.

Al término de cada sesión, se publicaron diversos códigos especiales en la página del grupo experimental, los cuales podían ser introducidos por los jugadores en el videojuego para poder resolver problemas extra a su propio ritmo. El objetivo de estos problemas extra era el de servir como complemento a los temas vistos durante las sesiones y estimular el uso y exposición del videojuego. La descripción de los problemas complementarios publicados se encuentra en el anexo F.

La página comunitaria utilizada en el experimento, cuya portada se muestra en la figura 10, fungió como repositorio para los recursos digitales del experimento (manuales y videos), boletín de noticias del experimento, y foro de discusión.

4.3.6 Cierre del tratamiento experimental

Al término de la última sesión del tratamiento, el instructor encuestó brevemente a los participantes respecto a la estructura del tratamiento, su contenido y la forma en la que se impartieron las sesiones, sin dejar de lado posibles mejoras en futuras iteraciones, así como sobre sus impresiones sobre el videojuego empleado.

4.3.7 Aplicación Post prueba

La post prueba se aplicó el día 1 de Noviembre de 2012, previa aprobación del maestro de la materia para emplear la hora establecida para su clase, sin

embargo se presentaron serios problemas de ausentismo en el subgrupo control.

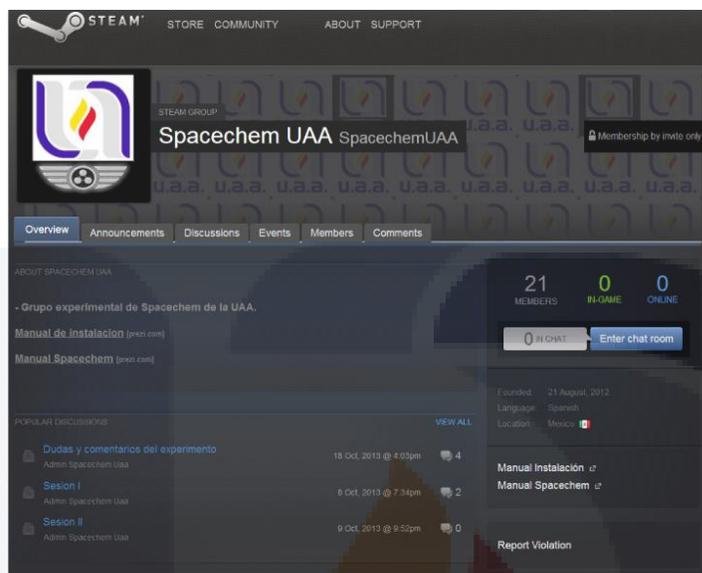


Figura 10. Portada de la página de la comunidad del tratamiento experimental en la plataforma Steam. Fuente. Elaboración propia.

4.4 Réplica Octubre 2013

Como corresponde al tercer objetivo específico de este estudio, se llevó a cabo el desarrollo de la réplica calibrada durante Octubre de 2013, para la cual se contó con un grupo con características muy similares al que participó en la prueba piloto, el universo fue conformado por 42 alumnos de primer semestre de la Licenciatura de Tecnologías de la Información. La réplica se aplicó durante fechas similares a las de la prueba piloto a fin de que los alumnos contaran con un nivel de conocimientos equivalente al de los participantes anteriores.

El contexto de la réplica presentó algunas diferencias notables con el de la prueba piloto: el maestro de asignatura fue diferente al que participó colaboró anteriormente, y el horario escolar de los alumnos no fue homogéneo, esto último debido a que un alto porcentaje del grupo debía llevar clases de inglés obligatorias al término de su jornada académica (13:00 - 14:00 PM), creando una severa disparidad de disponibilidad entre los posibles participantes.

4.4.1 Calibración del experimento

Como lo marca el segundo objetivo del presente trabajo, varios elementos del experimento se recalibraron para la realización de la réplica; la siguiente iteración de la encuesta exploratoria, mostrada en el anexo G, agregó algunos incisos con el fin de captar información más detallada de las experiencias previas de los participantes, mientras que la pre prueba y post prueba empleadas en la réplica fueron calibradas con base a los resultados recopilados durante la aplicación de la prueba piloto (Anexos H y I); los problemas que no pudieron ser resueltos por los participantes previos fueron replanteados, adaptados o simplemente remplazados por otras problemas similares, y se balanceo el contenido de la pre prueba y post prueba a fin de que mantuvieran un balance de dificultad, complejidad y habilidades algorítmicas necesarias para su resolución.

Con respecto a la rúbrica de evaluación, se optó realizar una iteración más detallada de la que se empleó durante la prueba piloto, agregando dimensiones vinculadas a tópicos algorítmicos específicos que facultaran una evaluación más minuciosa del efecto del videojuego entre los miembros del subgrupo experimental. La rúbrica expandida se muestra en la tabla 3.

De la misma forma, se recalibró la encuesta de terminó del tratamiento (anexo J) con el fin de recopilar mediante el uso de escalas tipo Likert, las opiniones e impresiones de los participantes del experimento de una manera más clara, poniendo particular énfasis en la relación percibida entre diferentes mecánicas empleadas en el videojuego y diversos tópicos vistos en la materia de algoritmos computacionales.

Tabla 3. Rúbricas de evaluación de Elaboración de algoritmo, Descomposición del problema, Ciclos y Condicionales. Fuente: Elaboración propia.

Dimensión	Escala (Valor)			
	Principiante (1)	Inexperto (2)	Aceptable (3)	Hábil (4)
Elaboración del algoritmo	El estudiante opta por "forzar" la solución del problema sin considerar el diseño del algoritmo	El estudiante elige / diseña un algoritmo incorrecto	El estudiante elige / diseña un algoritmo que aunque correcto, es ineficiente	El estudiante elige / diseña un algoritmo eficiente
Descomposición del problema	El alumno intenta resolver un problema complejo sin dividirlo en partes más pequeñas	El alumno realiza una división incorrecta del problema principal	El alumno realiza una división funcional aunque ineficiente del problema principal	El alumno realiza una división efectiva del problema en sub problemas
Ciclos	El alumno no emplea ciclos en situaciones que lo ameritan	El alumno emplea incorrectamente los ciclos	El alumno utiliza ciclos de manera correcta aunque ineficiente	El alumno emplea ciclos de manera correcta y eficiente
Condicionales	El alumno no utiliza condicionales en situaciones que lo ameritan	El alumno emplea Incorrectamente los condicionales	El alumno emplea condicionales de manera correcta aunque ineficiente	El alumno emplea condicionales de manera correcta y eficiente

4.4.2 Aplicación de la encuesta exploratoria

Debido a los problemas de disponibilidad de los alumnos expuestos anteriormente, se agregó a la encuesta exploratoria un inciso sobre la posibilidad de asistir a las sesiones experimentales en un horario compatible para todos los alumnos, independientemente de si tenían que asistir a clase de inglés o no (14:00 - 15:00 PM), lo cual situaría las sesiones justo después de las clases de inglés para los alumnos que las tuvieran, y después de una hora libre para aquellos alumnos que no las tuvieran.

4.4.3 Aplicación Pre prueba

Una vez que se hubo aplicado la encuesta, se solicitó al profesor de la materia la oportunidad de utilizar el espacio de su clase para aplicar la pre prueba calibrada, la cual fue suministrada el día cuatro de Octubre de 2013.

4.4.4 Tratamiento experimental

Las sesiones experimentales se realizaron siguiendo el mismo esquema de la prueba piloto en cuando a formato y contenido, así como reforzando el aspecto del refrigerio ofrecido a los participantes dada la dificultad de la hora en la que se realizaron las sesiones, aspecto bien recibido por los participantes y que sirvió como aliciente y motivación.

El tratamiento conservó el formato de cinco sesiones de una hora cada una, las cuales se aplicaron entre el día ocho Octubre y el día 17 de ese mismo mes. Durante la segunda sesión del tratamiento se detectó un aumento inusitado de ausentismo entre los participantes (11 alumnos faltantes), debido a esto y a las experiencias vividas durante la realización de la prueba piloto, se optó por emplear una estrategia en conjunto con el profesor de la materia que fomentara la participación de los alumnos y evitara un índice demasiado alto de mortalidad experimental.

Al platicar con los alumnos faltantes, tres expresaron su incapacidad de asistir a las sesiones de manera oportuna, por lo que se les transfirió al subgrupo

control, mientras que el resto expresaron positivamente su compromiso a completar el tratamiento experimental, en buena medida gracias a los apoyos ofrecidos por el profesor de la materia a aquellos alumnos que completaran dicho tratamiento.

Una vez resuelta esa situación, se planificó y realizó una sesión "Remedial" el día 11 de Octubre en la que se volvió a visitar el contenido de las primeras dos sesiones para los alumnos faltantes, y se dejó abierta la invitación para cualquier otro participante del grupo experimental que deseara asistir.

4.4.5 Cierre del tratamiento experimental

Al término de la última sesión del tratamiento experimental realizada el 17 de Octubre, el instructor encuestó rápidamente a los participantes utilizando la encuesta de término calibrada. En dicha encuesta se preguntó de manera más detallada sobre aspectos específicos del videojuego y relaciones percibidas con tópicos vistos en clase por parte de los alumnos.

Una vez aplicada la encuesta, se realizó también una pequeña temática basada en el principio de competición expuesto por Porter et al. (1990) para fomentar la participación de los alumnos. La meta del concurso fue la de diseñar la solución a un problema planteado por el instructor dentro del videojuego, y publicar la solución a dicho problema en servicio de youtube. Los alumnos que resolvieran el problema antes del día 21 de octubre, ya fuera con la solución más rápida (con el menor tiempo de ejecución) o de la forma más eficiente (con el menor número de símbolos) se harían acreedores a un paquete de seis juegos de computadora de diferentes temáticas.

4.4.6 Aplicación Post prueba

La post prueba calibrada se aplicó el día 21 de Octubre, previa aprobación del maestro para emplear la hora normal de clase a 39 alumnos.

4.4.6 Evaluación pre prueba post prueba

La evaluación de las pre prueba y post prueba, además de emplear las rúbricas calibradas, se realizó de manera conjunta entre el instructor del experimento y el Maestro Nazario Hernández de la UAA, a fin de convenir en una evaluación más completa y ecuaníme de las pruebas aplicadas.

4.4.5 Técnicas Estadísticas

Para el análisis de los datos recopilados, siguiendo los objetivos segundo y cuarto del presente estudio, se utilizaron las siguientes técnicas estadísticas:

4.4.5.1 Análisis Univariante de la Varianza (ANOVA)

Conforme a la definición de Hair, Anderson, Tatham, y Black (2004), la prueba ANOVA sirve para determinar sobre la base de una medida dependiente, si las muestras provienen de poblaciones de igual media, o visto de otra manera, si existen diferencias significativas entre las muestras.

Para el uso del método de ANOVA se tienen que contar con los siguientes supuestos:

- Asunción de independencia - Cada observación es aleatoriamente asignado a uno de los grupos exclusivamente del tratamiento (variable independiente)
- Asunción de normalidad - La distribución de las poblaciones de la cual se tomaron las observaciones es normal.
- Asunción de homogeneidad de la varianza - La varianza de las distribuciones de las poblaciones son iguales.

La asunción permite determinar que si las distribuciones de la población tienen las mismas formas, promedios y varianzas, se trata entonces de que son las mismas poblaciones.

Una de las técnicas empleadas para determinar la igualdad de varianzas es la prueba F de Levene, la cual emplea el nivel de significancia a priori para la ANOVA para probar la asunción de homogeneidad de la varianza.

4.4.5.2 Regresión Lineal

A fin de identificar el efecto del uso del videojuego en el contraste entre la pre prueba y la post prueba, se consideró el análisis estadístico de regresión lineal, que de acuerdo con Hair et al. (2004), es con mucho la técnica de dependencia más versátil y ampliamente utilizada en problemas de los más generales hasta los más específicos, para relacionar uno o más factores con un resultado específico.

Los supuestos acerca de la regresión son los siguientes:

- Normalidad: se requiere que los valores de Y estén distribuidos normalmente en cada valor de X , al igual que las pruebas T y F de análisis de varianza el análisis de regresión es bastante robusto con respecto a desviaciones de la suposición de normalidad.
- Homoscedasticidad: requiere que la variación alrededor de la línea de regresión sea constante para todos los valores de X .
- Linealidad: establece que la relación entre las variables es lineal. Dos variables podrían estar perfectamente relacionadas de manera no lineal y el coeficiente de correlación lineal sería 0.

El modelo de regresión lineal simple se expresa como:

$$Y = b_0 + b_1X + e_i$$

En donde la pendiente de la recta (b_1) representa el cambio esperado en Y por cada unidad de cambio en X , esto es, la cantidad que cambia la variable Y , positiva o negativamente, con respecto a una unidad de cambio en X .

En cuanto a la intersección en el eje Y (b_0) representa el valor promedio de Y cuando X es igual a 0, además el último elemento de la ecuación (e_i) representa el error aleatorio en Y por cada observación i que se presenta.

Su alcance abarca todos los valores, desde el más pequeño hasta el más grande de la variable X utilizados en el modelo de regresión, por consiguiente, cuando se predice el valor de una Y para un cierto valor dado de X , es posible interpolar dentro del alcance relevante, mas no es posible extrapolar más allá del alcance de los valores de X .

Este análisis se fundamenta en la técnica matemática de mínimos cuadrados, la cual permite determinar los valores de b_0 y b_1 que mejor se ajustan a los datos observados. Los valores de los coeficientes de regresión de la muestra pueden obtenerse con diversas clases de software estadístico.

La medida de la variabilidad alrededor de la línea de regresión, recibe el nombre de error estándar de estimación.

Con respecto al coeficiente de determinación r^2 , mide la porción de variación que es explicada por la variable independiente del modelo de regresión.

El estadístico utilizado para probar la hipótesis es la t de student.

CAPÍTULO V - DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como corresponde con los objetivos segundo y cuarto de la investigación, se realizó el análisis estadístico de los datos recopilados durante la realización de la prueba piloto y la réplica calibrada, los cuales se muestran de manera detallada en este capítulo.

5.1 Prueba piloto 2012

5.1.1 Resultados encuesta exploratoria

Los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba exploratoria se muestran en la tabla 4.

Durante la aplicación de la encuesta exploratoria, dos alumnos expresaron su desinterés en participar, por lo que se les considero parte de la mortandad experimental y no se tuvieron en cuenta para la realización del experimento.

El subgrupo experimental fue conformado por 11 alumnos mientras que el subgrupo control fue conformado por 14 alumnos.

5.1.2 Resultados Pre Prueba

En las tablas 5 y 6 se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la pre prueba en los subgrupos control y experimental respectivamente, los resultados se muestran mediante la suma de las calificaciones obtenidas empleando la rúbrica descrita anteriormente.

Tabla 4. Resultados de la encuesta aprobatoria - Prueba piloto

criterio	Subgrupo control	Subgrupo experimental	Total
Participantes	9	10	19
Edad promedio	18.1	19.9	19.05
Desviación estándar de edad	0.93	2.28	1.95
Porcentaje de educación pública	78%	100%	90%
Porcentaje de educación privada	22%	0%	10%
Porcentaje de experiencia previa de programación			
Si	44%	60%	52%
No	56%	40%	48%
Lenguajes de programación mencionados			
C	1	1	2
C++	2	4	6
Java	0	1	1
Visual Basic	0	2	2
Delphi	0	1	1
Pascal	2	0	2
Gusto de resolver acertijos			
Si	3	8	11
Un poco	6	2	8
No	0	0	0
Gusto de uso de videojuegos.			
Si	4	9	13
Un poco	3	1	4
No	2	0	2
Horas de uso de videojuegos a la semana.			
0 hrs	2	1	3
1 - 4 hrs	4	6	10
5 - 9 hrs	2	1	3
10 - 14 hrs	1	1	2
15+ hrs	0	1	1

Tabla 5. Resultados de la pre prueba del subgrupo control durante la prueba piloto

Participantes	Problema 1 A	Problema 1 B	Problema 2 A	Problema 2 B	Problema 3 A	Problema 3 B	Total
1	1	1	1	1	1	1	6
2	1	1	1	1	1	1	6
3	3	3	1	1	2	2	12
4	1	1	1	1	1	1	6
5	1	1	1	1	1	1	6
6	1	1	1	1	1	1	6
7	4	4	1	1	4	4	18
8	1	1	1	1	1	1	6
9	4	4	1	1	1	1	12
Promedio							8.67
Desviación estándar							4.36

Tabla 6. Resultados de la pre prueba del subgrupo experimental durante la prueba piloto

Participantes	Problema 1 A	Problema 1 B	Problema 2 A	Problema 2 B	Problema 3 A	Problema 3 B	Total
1	1	1	1	1	1	1	6
2	1	1	1	1	4	4	12
3	4	4	2	2	4	4	20
4	1	1	1	1	1	1	6
5	1	1	1	1	1	1	6
6	2	2	1	1	2	2	10
7	1	1	1	1	1	1	6
8	4	4	2	2	3	3	18
9	1	1	2	2	1	1	8
10	2	2	1	1	2	2	10
Promedio							10.2
Desviación estándar							5.12

5.1.3 Resultados Tratamiento Experimental

Uno de los participantes del subgrupo experimental expresó su deseo de ya no seguir con el tratamiento al término de la primera sesión y se le consideró

como parte de la mortandad experimental, mientras que el resto de los miembros del subgrupo experimental terminaron cabalmente las cinco sesiones establecidas. Durante el tiempo que duró el tratamiento, se mantuvo un minucioso registro del tiempo de uso del videojuego de cada uno de los participantes, información que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Tiempo de uso del videojuego en el subgrupo experimental durante la prueba piloto

Participantes	Horas de uso
1	7.3
2	8.6
3	8.4
4	12.4
5	12.6
6	14.3
7	8.6
8	12.1
9	7.1
10	3.2
Promedio	5.36
Desviación estándar	2.87

Al término del tratamiento se realizó una breve encuesta a los participantes, en la cual se registró una alta incidencia de comentarios positivos relacionados con la naturaleza visual y dinámica del videojuego, así como sobre las bases lógicas se emplearon para la resolución de los diferentes niveles del videojuego, enfatizando como dichos fundamentos resultaban sumamente similares a los empleados en clase para diseñar diagramas de flujo y algoritmos. Las sugerencias y comentarios sobre el tratamiento fueron consideradas para la calibración del contenido y ritmo de las réplicas subsecuentes.

5.1.4 Resultados Post Prueba

La post prueba solo se pudo aplicar a 19 alumnos (diez alumnos del subgrupo experimental y a nueve alumnos del grupo control), los cinco alumnos

faltantes expresaron que debido a que no pudieron participar en las sesiones del tratamiento, no tenían ningún interés en concluir su participación en el experimento.

Debido a que la mortalidad experimental fue equivalente al 35% del subgrupo control, se tomó particular nota para idear futuras estrategias que permitieran fomentar una mayor participación por parte de los todos los participantes en próximas réplicas y lograr evitar situaciones como la que se presentó.

En las tablas 8 y 9 se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la post prueba en los subgrupos control y experimental respectivamente mientras que en las tablas 10 y 11 se muestra el contraste entre las pre y post pruebas de cada uno de los dos subgrupos.

Tabla 8. Resultados de la post prueba del subgrupo control durante la prueba piloto

Participantes	Problema 1 A	Problema 1 B	Problema 2 A	Problema 2 B	Problema 3 A	Problema 3 B	Total
1	1	1	1	1	1	1	6
2	4	0	1	1	2	2	10
3	2	2	4	4	3	3	18
4	1	1	1	1	2	2	8
5	3	3	1	1	2	2	12
6	1	1	1	1	1	1	6
7	4	1	1	1	2	2	11
8	4	1	1	1	1	1	9
9	4	1	1	1	1	1	9
Promedio							9.88
Desviación estándar							3.65

Tabla 9. Resultados de la post prueba del subgrupo experimental durante la prueba piloto

Participantes	Problema 1 A	Problema 1 B	Problema 2 A	Problema 2 B	Problema 3 A	Problema 3 B	Total
1	1	1	1	1	1	1	6
2	4	1	1	1	3	2	12
3	4	4	3	3	4	4	22
4	1	1	1	1	3	3	10
5	1	1	1	1	3	3	10
6	4	4	1	1	4	4	18
7	1	1	1	1	1	1	6
8	4	4	2	2	4	4	20
9	1	1	1	1	1	1	6
10	4	4	1	1	2	2	14
						Promedio	12.4
						Desviación estándar	5.94

Si bien durante la prueba piloto no fue posible recopilar un número suficiente de observaciones para realizar análisis estadísticos significativos, sirvió como prueba efectiva para comprobar la viabilidad del experimento con los recursos disponibles en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, así como la efectividad de los instrumentos empleados.

Tabla 10. Contraste post prueba pre prueba del subgrupo control durante la prueba piloto

Participante	Contraste (post prueba - pre prueba)
1	0
2	4
3	6
4	2
5	6
6	0
7	-7
8	3
9	-3
Promedio	1.22
Desviación estándar	4.26

Tabla 11. Contraste post prueba pre prueba del subgrupo experimental durante la prueba piloto

Participante	Contraste (post prueba - pre prueba)
1	0
2	0
3	2
4	4
5	4
6	8
7	0
8	2
9	-2
10	4
Promedio	2.2
Desviación estándar	2.89

5.2 Réplica 2013

5.2.1 Resultados encuesta exploratoria

La réplica dio inicio el 1 de Octubre de 2013 con la aplicación de la encuesta exploratoria a 39 de los 42 alumnos del grupo de algoritmos computacionales. Debido a que fue imposible ubicar a los tres alumnos faltantes, se les considero como parte de la mortalidad experimental.

La información recopilada mediante la encuesta calibrada se muestra en la tabla 12.

Para la conformación del subgrupo experimental se eligieron aleatoriamente 20 alumnos de los 25 que mostraron disposición y capacidad de asistir a las sesiones en el horario propuesto (14:00-15:00 PM).

Tabla 12. Resultados de la encuesta exploratoria de la réplica

Criterio	Subgrupo control	Subgrupo experimental	Total
Participantes	22	17	39
Edad promedio	19.27	18.25	19.03
Desviación estándar de edad	2.07	1.30 2.07	1.91
Porcentaje de educación pública	86%	77%	92%
Porcentaje de educación privada	14%	23%	18%
Porcentaje de experiencia de programación			
Si	50%	64%	56%
No	50%	46%	44%
Lenguajes de programación mencionados			
C	3	2	5
C++	8	8	16
C#	2	0	2
Java	0	1	1
Visual Basic	8	7	15
Delphi	1	1	2
Pascal	3	2	5
Nivel de habilidad de programación auto percibida			
Alto	0	0	0
Medio	9	6	15
Bajo	2	5	7
Gusto de resolver acertijos			
Si	11	12	11
Un poco	9	5	8
No	2	0	0
Gusto de uso de videojuegos.			
Si	8	8	13
Un poco	7	4	4
No	7	5	2
Horas de uso de videojuegos a la semana.			
0 hrs	7	0	7
1 - 4 hrs	7	5	12
5 - 9 hrs	3	4	7
10 - 14 hrs	3	4	7
15+ hrs	2	4	6

5.2.2 Resultados Pre Prueba

El 4 de Octubre se aplicó la pre prueba a 39 alumnos. En las tablas 13 y 14 se muestran los resultados de la misma de los subgrupos control y experimental respectivamente, mientras que en las tablas 15 y 16 se muestran las

calificaciones divididas por los subtotales de cada una de las dimensiones de evaluación de la rúbrica calibrada.

La abreviatura utilizada en las columnas de las diferentes dimensiones de los resultados de las evaluación son las siguientes:

- Alg - Diseño del algoritmo
- Cic - Empleo y uso de ciclos
- Cnd - Empleo y uso de condicionales
- Dsc - Descomposición de problemas

Tabla 13. Resultados de la pre prueba del subgrupo control durante la réplica

Participantes	Problema 1					Problema 2				Problema 3				Total
	Alg	Alg	Cic	Cnd	Dsc	Alg	Cic	Cnd	Dsc	Alg	Cic	Cnd	Dsc	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
4	2	2	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	18
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
7	2	3	2	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	19
8	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	12
9	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	13
10	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	14
11	2	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	16
12	2	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15
13	2	2	2	3	2	1	1	3	1	1	1	1	1	17
14	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	15
15	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	15
16	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	14
17	2	2	2	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	17
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
20	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	14
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Promedio													12.72	
Desviación estándar													3.52	

Tabla 14. Resultados de la pre prueba del subgrupo experimental durante la réplica

Participantes	Problema 1		Problema 2			Problema 3				Total
	Alg	Alg	Cic	Cnd	Dsc	Alg	Cic	Cnd	Dsc	
1	2	1	2	3	3	1	1	1	1	15
2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	10
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	10
5	1	1	1	1	1	1	2	2	1	11
6	2	1	1	1	1	2	1	4	3	16
7	2	1	1	1	1	1	1	1	1	10
8	1	1	1	1	1	1	2	1	1	10
9	1	2	3	3	3	1	1	1	1	16
10	2	1	1	1	1	1	1	1	1	10
11	2	2	1	1	1	1	1	1	1	11
12	2	1	1	1	2	1	1	1	1	11
13	1	1	1	1	1	1	1	2	3	12
14	1	2	2	3	2	1	1	1	1	14
15	1	2	2	2	2	1	1	1	1	13
16	1	1	1	1	1	3	3	2	3	16
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Promedio									11.94	
Desviación estándar									2.53	

Tabla 15. Subtotales por dimensión de rubrica de la pre prueba del subgrupo control durante la réplica

Participantes	Algoritmos	Ciclos	Condicionales	Descomposición
1	3	2	2	2
2	3	2	2	2
3	3	2	2	2
4	5	3	5	5
5	3	2	2	2
6	3	2	2	2
7	6	3	5	5
8	4	3	3	2
9	5	2	3	3
10	5	3	3	3
11	5	3	5	3
12	5	3	4	3
13	5	3	6	3
14	5	3	3	4
15	5	3	3	4
16	5	3	3	3
17	5	3	5	4
18	3	2	2	2
19	3	2	2	2
20	5	3	3	3
21	3	2	2	2
22	3	2	2	2

Tabla 16. Subtotales por dimensión de rubrica de la pre prueba del subgrupo experimental durante la réplica

Participantes	Algoritmos	Ciclos	Condicionales	Descomposición
1	4	3	4	4
2	4	2	2	2
3	3	2	2	2
4	4	2	2	2
5	3	3	3	2
6	5	2	5	4
7	4	2	2	2
8	3	3	2	2
9	4	4	4	4
10	4	2	2	2
11	5	2	2	2
12	4	2	2	3
13	3	2	3	4
14	4	3	4	3
15	4	3	3	3
16	5	4	3	4
17	3	2	2	2

5.2.3 Resultados Tratamiento Experimental

Las sesiones del tratamiento experimental se llevaron a cabo conforme se estableció en el apartado de metodología, evidencia fotográfica de las sesiones se encuentra en el anexo K (Fotografía 1-3).

El tiempo de uso del videojuego de cada uno de los participantes del subgrupo experimental, desde la primera sesión hasta la aplicación de la post prueba, se muestra en la tabla 17, mientras que los resultados de la encuesta de término de tratamiento se muestran en la tabla 18.

Los comentarios recopilados en la encuesta se pudieron categorizar de la siguiente manera:

- Entre los aspectos que resultaron agradables a los alumnos participantes se pueden destacar la naturaleza lógica del videojuego y lo desafiante y retador del mismo.
- Entre las mejoras sugeridas al tratamiento se registró una gran cantidad de comentarios orientados a aumentar el número de sesiones experimentales y de mejorar los equipos de cómputo utilizados.

- Los comentarios relacionados con la relación percibida entre los tópicos de la materia de algoritmos y las mecánicas del videojuego, dejaron de manifiesto una estrecha relación entre el uso de diagramas de flujo, diseño de algoritmos y el uso de operadores lógicos como ciclos y condicionales.

En cuanto a la competencia realizada, se registro la participación de cinco alumnos, de los cuales se eligieron a dos ganadores conforme a las condiciones explicadas en el capítulo de metodología.

Tabla 17. Horas de uso del videojuego en el subgrupo experimental durante la prueba piloto

Participante	Horas de uso
1	8
2	3.8
3	5.8
4	7
5	6.5
6	9.4
7	5.9
8	2.1
9	3.5
10	8.2
11	14.1
12	14.8
13	7.6
14	4.3
15	4.3
16	13.4
17	4
Promedio	7.21
Desviación estándar	3.81

Tabla 18. Resultados de la encuesta de termino del tratamiento experimental durante la réplica

Pregunta	Mucho	No mucho	Indiferente	Poco	Nada
¿Resultado interesante participar este experimento?	9	7	1	0	0
¿Te agrado participar en este experimento?	6	7	3	1	0
¿Crees que hay relación entre como se diseñan las soluciones dentro de los reactores en Spacechem y como se diseña un algoritmo como has visto en clase?	4	13	0	0	0
¿Crees que hay relación entre los ciclos de Spacechem y los ciclos de un algoritmo como los has visto en clase?	11	6	0	0	0
¿Crees que hay relación entre el símbolo de Sensing de Spacechem y la operación if/else de cómo has visto en clase?	12	5	0	0	0
¿Crees que hay relación entre como se dividen las soluciones entre varios reactores en Spacechem y la descomposición de problemas complejos como lo has visto en clase?	8	9	0	0	0
¿Tienes interés en seguir avanzando en el juego después del experimento?	4	7	3	2	1

5.2.4 Resultados Post Prueba

El día 21 de Octubre se realizó la aplicación de la post prueba contando con la participación de todos los alumnos que participaron en el experimento. En las tablas 19 y 20 se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la post prueba en los subgrupos control y experimental respectivamente, mientras que en las tablas 21 y 22 se muestran los subtotales por dimensión de rubrica de evaluación, por último, en las tablas 23 y 24 se muestra el contraste entre las pre y post pruebas en cada uno de los subgrupos.

Tabla 19. Resultados de la post prueba del subgrupo control durante la prueba réplica

Participantes	Problem a 1 A		Problema 1 B			Problem a 1 C			Problema 2 A, B y C			Total
	Alg	Alg	Cic	Cnd	Dsc	Alg	Cic	Cnd	Dsc			
										Problem a 2 B y C		
1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	13		
2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	11		
3	1	1	1	2	3	2	1	1	1	13		
4	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11		
5	1	1	1	1	1	1	1	3	1	11		
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
7	2	3	4	4	3	3	1	1	1	22		
8	4	1	3	2	2	4	1	1	1	19		
9	1	1	2	3	1	1	1	1	1	12		
10	1	1	2	1	1	1	1	1	1	10		
11	1	1	2	2	1	1	1	1	1	11		
12	1	1	1	4	1	1	1	1	1	12		
13	1	1	3	3	1	1	1	1	1	13		
14	1	1	2	2	3	1	1	1	1	13		
15	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10		
16	1	1	1	1	1	1	2	3	1	12		
17	2	1	3	2	1	1	1	1	1	13		
18	1	1	2	2	1	1	1	1	1	11		
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
Promedio										11.9		
Desviación estándar										3.17		

Tabla 20. Resultados de la post prueba del subgrupo experimental durante la prueba réplica

Participantes	Problem a 1 A		Problema 1 B			Problem a 1 C				Problema 2 A, B y C				Total
	Alg	Alg	Cic	Cnd	Dsc	Alg	Cic	Cnd	Dsc	Alg	Cic	Cnd	Dsc	
1	3	2	4	4	2	1	1	1	1					19
2	2	2	4	4	1	3	1	1	1					19
3	1	1	4	4	1	1	1	1	1					15
4	2	2	2	4	2	1	1	1	1					16
5	3	2	2	2	3	1	1	1	1					16
6	4	1	3	4	4	4	4	4	4					32
7	1	1	3	4	2	1	1	1	1					15
8	1	1	1	3	2	1	1	1	1					12
9	1	1	2	2	1	1	1	1	1					11
10	1	1	2	2	1	1	1	1	1					11
11	1	1	2	4	2	1	1	1	1					14
12	4	4	4	4	3	4	3	3	1					30
13	3	3	3	4	4	1	1	1	1					21
14	2	2	3	4	2	1	1	1	1					17
15	1	1	1	4	1	1	1	1	1					12
16	4	4	4	4	4	1	1	1	1					24
17	3	3	3	4	2	1	1	1	1					19
Promedio													17.82	
Desviación estándar													6.12	

Tabla 21. Subtotales por dimensión de rubrica de la post prueba del subgrupo control durante la réplica

Participantes	Algoritmos	Ciclos	Condicionales	Descomposición
1	5	2	4	2
2	3	3	3	2
3	4	2	3	4
4	3	2	4	2
5	3	2	4	2
6	3	2	2	2
7	8	5	5	4
8	9	4	3	3
9	3	3	4	2
10	3	3	2	2
11	3	3	3	2
12	3	2	5	2
13	3	4	4	2
14	3	3	3	4
15	3	2	2	3
16	3	3	4	2
17	4	4	3	2
18	3	3	3	2
19	3	2	2	2
20	3	2	2	2
21	3	2	2	2
22	3	2	2	2

Tabla 22. Subtotales por dimensión de rubrica de la post prueba del subgrupo experimental durante la réplica

Participantes	Algoritmos	Ciclos	Condicionales	Descomposición
1	6	5	5	3
2	7	5	5	2
3	3	5	5	2
4	5	3	5	3
5	6	3	3	4
6	9	7	8	8
7	3	4	5	3
8	3	2	4	3
9	3	3	3	2
10	3	3	3	2
11	3	3	5	3
12	12	7	7	4
13	7	4	5	5
14	5	4	5	3
15	3	2	5	2
16	9	5	5	5
17	7	4	5	3

Tabla 23. Contraste post prueba pre prueba del subgrupo control durante la réplica

Participantes	Contraste				Total
	Algoritmos	Ciclos	Condicionales	Descomposición	
1	2	0	2	0	4
2	0	1	1	0	2
3	1	0	1	2	4
4	-2	-1	-1	-3	-7
5	0	0	2	0	2
6	0	0	0	0	0
7	2	2	0	-1	3
8	5	1	0	1	7
9	-2	1	1	-1	-1
10	-2	0	-1	-1	-4
11	-2	0	-2	-1	-5
12	-2	-1	1	-1	-3
13	-2	1	-2	-1	-4
14	-2	0	0	0	-2
15	-2	-1	-1	-1	-5
16	-2	0	1	-1	-2
17	-1	1	-2	-2	-4
18	0	1	1	0	2
19	0	0	0	0	0
20	-2	-1	-1	-1	-5
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
				Promedio	-0.81
				Desviación estándar	3.63

Tabla 24. Contraste post prueba pre prueba del subgrupo experimental durante la réplica

Participante	Contraste				Total
	Algoritmos	Ciclos	Condicionales	Descomposición	
1	2	2	1	-1	4
2	3	3	3	0	9
3	0	3	3	0	6
4	1	1	3	1	6
5	3	0	0	2	5
6	4	5	3	4	16
7	-1	2	3	1	5
8	0	-1	2	1	2
9	-1	-1	-1	-2	-5
10	-1	1	1	0	1
11	-2	1	3	1	3
12	8	5	5	1	19
13	4	2	2	1	9
14	1	1	1	0	3
15	-1	-1	2	-1	-1
16	4	1	2	1	8
17	4	2	3	1	10
				Promedio	5.88
				Desviación estándar	5.81

5.3 Análisis Estadístico de los Resultados

5.3.1 Prueba piloto 2012

Debido al bajo número de observaciones recopiladas durante la prueba piloto, así como la carencia de aleatoriedad durante la conformación del grupo experimental, no se realizó ninguna clase de análisis estadístico con los datos recopilados, sin embargo, la información obtenida durante la mismo fue empleada para la calibración de los diferentes elementos del experimento empleados durante la réplica, por lo anterior, se considera que se cumplió el segundo objetivo de este trabajo de manera parcial.

5.3.2 Réplica 2013

Los datos obtenidos durante la réplica calibrada se emplearon para cumplir el cuarto objetivo específico de esta investigación, que consiste en el análisis estadístico de dichos datos, y así mismo, del objetivo general del estudio.

5.3.2.1 Calculo ANOVA

Los resultados obtenidos al verificar la igualdad de varianzas mediante la prueba de Levene entre los las evaluaciones obtenidas en la pre prueba y la post prueba de los dos subgrupos se muestran en las tablas 25 y 26 respectivamente.

Tabla 25. Prueba de homogeneidad de varianzas de resultados de la pre prueba

Estadística Levene	df1	df2	Sig.
4.573	1	37	0.039

Tabla 26. Prueba de homogeneidad de varianzas de resultados de la post prueba

Estadística Levene	df1	df2	Sig.
6.421	1	37	0.016

5.3.2.2 Regresión Lineal

Como se mencionó en el apartado de metodología, los datos recopilados durante la réplica fueron analizados empleando la técnica de regresión lineal.

Se considera para efectos del presente análisis que existe una relación directa entre el tiempo de juego y el contraste total. Se destaca el hecho de que al contar con una población escasa, no se espera que se cumpla con los supuestos básicos de la regresión lineal, sin embargo se aplicaron las siguientes pruebas por considerar que son las que se requieren de acuerdo con el propósito de este estudio. En primer término se aplicó la prueba de normalidad, tanto a la variable dependiente como a la independiente para la población en general como para el subgrupo experimental, cuyos resultados se muestran en la tabla 27 y 28 respectivamente, mostrando evidencia de normalidad.

Tabla 27. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la variable contraste total Fuente: Elaboración propia

		Contraste Total
N		39
Parámetros Normales	Promedio	2.10
	Desviación estándar	5.734
Diferencia más extrema	Absoluta	0.088
	Positiva	0.088
	Negativa	-0.82
Kolmogorov-Smirnov Z		0.552
Sig. (Bilateral)		0.921

Tabla 28. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la variable Horas de uso Fuente: Elaboración propia

		Horas de uso
N		17
Parámetros Normales	Promedio	7.218
	Desviación estándar	3.8156
Diferencia más extrema	Absoluta	0.163
	Positiva	0.163
	Negativa	-0.124
Kolmogorov-Smirnov Z		0.673
Sig. (Bilateral)		0.756

Con respecto a la Homoscedasticidad, se aplicó el test de Levene a la variable de contraste total, cuyo resultado se muestra en la tabla 29, mostrando evidencia de homoscedasticidad, pudiéndose así tener elementos para aplicar la técnica paramétrica. Con respecto a la variable horas de uso, no se contó con las suficientes observaciones para ser aplicada la prueba.

Tabla 29. Prueba de homogeneidad de varianzas del modelo de regresión lineal. Fuente: Elaboración propia

Estadística Levene	df1	df2	Sig.
1.765	4	9	0.22

Como complemento a las anteriores pruebas, se realizó un plano de distribución de residuales y un histograma de probabilidad normal; ubicadas en los anexos L y M respectivamente, muestran la probabilidad normal de los residuos tipificados y se usa para demostrar la normalidad; ya que proporciona indicios de cómo se distribuyen los residuos en relación a la distribución normal, que es la que se esperaría, ya que si la variable se distribuye normalmente, los puntos que se observan forman una línea recta diagonal. Si ambas distribuciones son semejantes, entonces los puntos se sitúan sobre la diagonal del gráfico, si no es así, en la medida que aparecen dispersos y formando líneas horizontales respecto a la diagonal, habrá más residuos y menos ajuste del modelo.

Estableciendo como variable independiente del modelo de regresión lineal el número de horas que los alumnos utilizaron el videojuego y como variable dependiente el contraste evaluado entre la post prueba y la pre prueba en el modelo de regresión se incluye en la tabla 30, el análisis de varianza ANOVA, que permite valorar hasta qué punto es adecuado el modelo de regresión lineal para estimar los valores de la variable dependiente, con un 95 % de confianza.

Los resultados, se observan en la Tabla 31. En la primera columna aparece la variable independiente que se consideró en el análisis, en la segunda columna aparece el coeficiente de determinación, mismo que de acuerdo con Lind, Marchal, y Wathen, (2005), se obtiene elevando al cuadrado el coeficiente de correlación, y se interpreta con mayor facilidad al tratarse de una proporción o porcentaje de la variación que así se explica. En la tercera columna aparece el nivel de significación, que nos indica qué tan válida es la correlación.

Tabla 30. Prueba Anova, variable predictiva: Horas de uso, variable Dependiente: Contraste total. Fuente: Elaboración propia

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Regresión	133,332	1	133,332	4,897	0.043
Residual	408,446	15	29,229		
Total	541,765	16			

Tabla 31. Resultados de regresión lineal para la variable contrastación total. Fuente: Elaboración propia

Variable independiente	r²	Significación
Horas de uso	0.246	0.043

5.3.2.3 Relación entre las horas de juego y el contraste total.

El siguiente modelo, incluye al contraste total como variable dependiente, y como variable independiente a las horas de juego.

$$Y_{C.T.} = a + b_1 X_{H de J} + \epsilon$$

$Y_{C.T.}$ = Contraste total

a = Intercepto

$X_{H de J}$ = Horas de Juego

ϵ = Termino de error

b_1 = Coeficiente asociado a la variable independiente

Con los siguientes resultados:

$$Y_{C.T.} = 0.422 + 0.757 X_{H de J}$$

$$(t) (0.152) (2.213)$$

$$R^2 = 0.246$$

Como se puede observar el coeficiente de determinación es de 0.246, que indica la proporción de variabilidad de la variable dependiente explicada por la variable independiente; y aunque no es muy alto, es suficiente para probar la hipótesis planteada.

En este modelo, se observa que el coeficiente de regresión B, es de 0.757, aspecto de gran interés ya que de acuerdo con Rodríguez y Mora (2001), indica el número de unidades que aumentará la variable dependiente o criterio por cada unidad que aumente la variable independiente o predictiva en este caso el incremento estimado en el contraste por cada hora de juego.

Se destaca del mismo modo, que resulta estadísticamente significativo con un nivel de confianza de 95.7%, (resultante de restar la probabilidad asociada de 1, es decir 1-.043), el impacto de la variable independiente "tiempo de juego", sobre la variable dependiente variación.

Cabe señalar, finalmente, que aunque la naturaleza inferencial de las pruebas realizadas permite generalizar los resultados obtenidos, de la muestra a la población, en este caso las observaciones no fueron suficientes para tal fin, sin embargo con los resultados obtenidos se abre la posibilidad de obtener en estudios posteriores, la suficiencia para generalizar este tipo de resultados a la población sujeto de observación de este tipo de investigaciones.

Por otro lado, se empleó también una prueba de correlación, puesto que al ser los datos poco numerosos, se consideró aplicar esta técnica de análisis como complemento, para tener más completos los resultados, eligiéndose la correlación de Pearson. Con respecto a esta prueba, se comenta, que de acuerdo con Achen (1982), es una correlación entre dos variables,

cuantitativas y relacionadas linealmente -supuesto del cual se parte- refleja el grado en que las puntuaciones se asocian, mediante el denominado coeficiente de correlación de Pearson, cuyos valores oscilan entre 0 y 1 como valores absolutos, aunque si se contempla el signo éste oscila entre -1 y +1.

En la tabla 32 se puede observar el resultado de este análisis.

Tabla 32 Correlación de Pearson entre las variables Horas de uso y Contraste total. Fuente: Elaboración propia

		Horas de uso	Contraste
Horas de uso	Correlación de Pearson	1	0.496
	Sig. (prueba bilateral)		0.043
	N	17	17
Contraste Total	Correlación de Pearson	0.496	1
	Sig. (prueba bilateral)	0.043	
	N	17	39

Con respecto a la interpretación del coeficiente de correlación entre horas de uso y contraste total de 0.496, significa que $0.496^2 = 0.2460$ es la proporción de varianza compartida entre las dos variables. Por lo anterior, este resultado se puede interpretar como que un 24.6 % del contraste total se debió a las horas de juego, restando un 75.4 % sin explicar, a este valor se le denomina coeficiente de no determinación o coeficiente de alienación. Este resultado coincide con el modelo de regresión que se aplicó en anteriores líneas.

CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones de este estudio, se reflexiona sobre el problema, se retoman los objetivos, los resultados obtenidos, las limitaciones, y la aportación del estudio, ofreciendo asimismo recomendaciones para réplicas futuras.

Conclusiones generales

Como se ha mencionado a lo largo de este estudio, es una realidad que las nuevas generaciones nacidas en esta era digital cuentan con patrones y estilos de aprendizaje diferentes, y en muchos casos, incompatibles con los recursos educativos tradicionales, los cuales se han visto rebasados ante el vertiginoso avance de las tecnologías de la información, de los entornos virtuales y de la conectividad ubicua que han marcado el comienzo de este siglo.

Con respecto al primer objetivo, se comenta que a pesar de no haber realizado el experimento conforme al diseño planteado, se pudo recopilar una gran cantidad de información que fue utilizada para calibrar los componentes del experimento de tal manera que la réplica realizada contara con una mayor validez, cumpliendo así, parcialmente, con el segundo objetivo del experimento.

En cuanto al tercer objetivo, la réplica se realizó conforme al diseño establecido, sin embargo, se presentaron condiciones que afectaron adversamente la realización del mismo, pero que a pesar de ellas, se pudo contar con un volumen de información significativa, lo cual permitió a su vez, el cumplimiento del cuarto objetivo específico, así como el del objetivo general del presente estudio.

Con respecto al objetivo general de investigación, se destaca el hecho de haber observado una asociación estadísticamente significativa que valida la hipótesis general, es decir, se apreció evidencia de una relación directa entre el uso del videojuego Spacechem y un cambio positivo en la captación y empleo de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

habilidades algorítmicas en los alumnos que lo utilizaron, lo cual sin duda alguna, da pie a la continuación de esta línea de investigación.

Los resultados estadísticos obtenidos del análisis de los datos generados por la réplica calibrada de 2013 evidenciaron una clara relación entre el tiempo de uso del videojuego Spacechem por los alumnos del subgrupo experimental y un aumento de sus habilidades algorítmicas al contrastar las evaluaciones previas y posteriores al tratamiento experimental, conclusión obtenida de aplicar un modelo de regresión lineal entre el tiempo de uso y el cambio registrado mediante las pruebas evaluadas con las rúbricas discutidas anteriormente, que resultó en un coeficiente de determinación 0.246, que representa la proporción de variabilidad de la variable dependiente explicada por la variable independiente, con un nivel de confianza de 95.7%. Dicho modelo fue complementado una correlación de Pearson que arrojó resultados que validan los obtenidos mediante la regresión lineal.

Aportaciones

Las aportaciones del presente experimento se pueden organizar de la siguiente manera:

- Instrumentos - De este estudio, se desprende un conjunto de instrumentos validados para medir el efecto y mejora de las habilidades algorítmicas de los aprendices de programación en forma de pruebas, rúbricas y encuestas.
- Diseño experimental - Se comprobó la validez de un diseño experimental de pre prueba, post prueba, y grupo de control para medir los efectos asociados a la exposición y uso de un videojuego en un contexto de aprendizaje, así como los métodos estadísticos aplicados para el análisis de los datos recabados.

Limitaciones y estudios futuros

Como se mencionó en el capítulo de análisis de los resultados, la ejecución de este experimento estuvo sujeta a una serie de limitaciones que afectaron la realización del mismo, entre las cuales, se puede mencionar la falta de aleatoriedad en la selección de los participantes de la prueba piloto, así como el número limitado de licencias para el subgrupo experimental, únicamente once licencias disponibles.

Esta última limitación no se encontró en la réplica calibrada, para la cual, el número de licencias ascendió hasta 20, sin embargo, como se explicó también en el capítulo de análisis de los resultados, por las características del grupo, gran parte de este tenía que tomar clases de inglés, haciendo que el horario de las sesiones del tratamiento tuviera que ser en una hora que dificultaba la participación de los alumnos, hecho que limitó el número de alumnos dispuestos participar, dejando así, solo aquellos particularmente motivados con el prospecto de formar parte en el experimento como miembros del subgrupo experimental, lo cual, indudablemente es el causante de las diferencias estadísticamente significativas registradas en el análisis de la pre prueba.

Los resultados de este estudio representan una oportunidad para diseñar estrategias didácticas más completas y eficaces que aprovechen la familiaridad tecnológica de las nuevas generaciones y así propiciar un acercamiento más motivante y efectivo a tópicos tradicionalmente abstractos y complejos.

De la misma manera, este estudio valida la posibilidad de que desarrolladores de videojuegos colaboren con el sector educativo para el desarrollo de proyectos conjuntos que permitan el desarrollo expreso de habilidades puntuales en los jugadores.

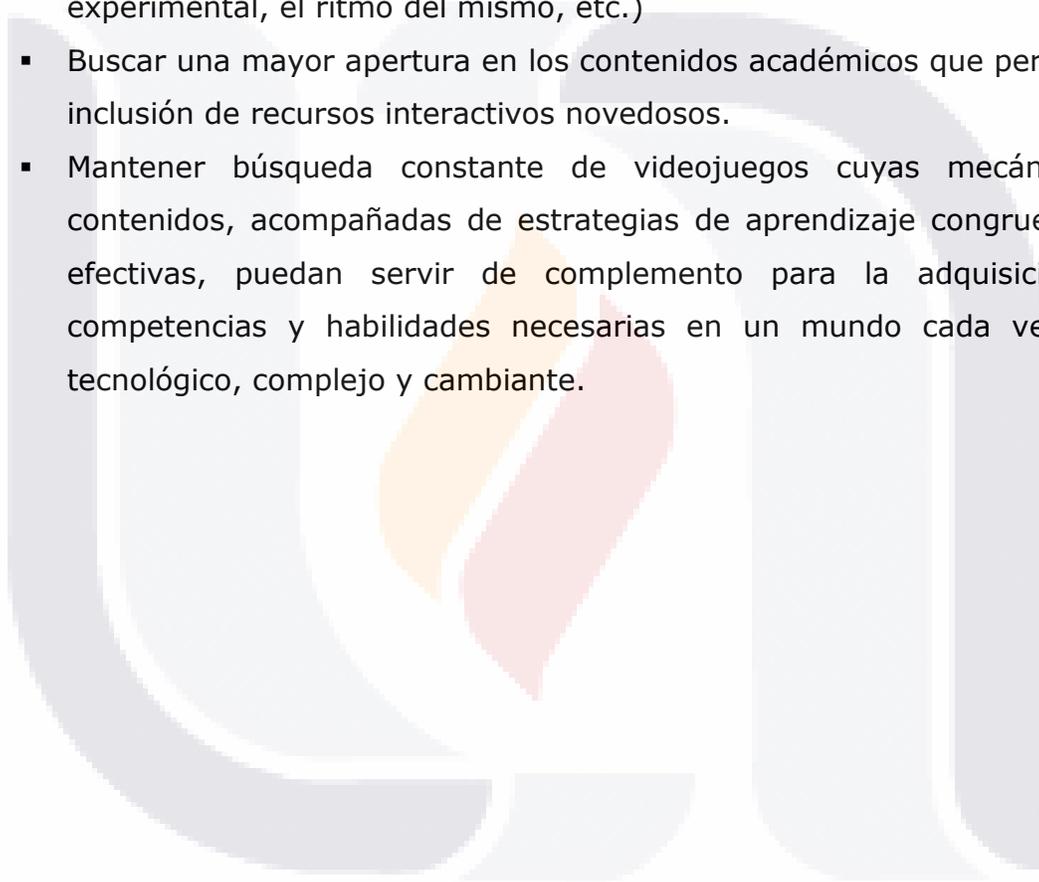
En cuanto a recomendaciones, se plantean los siguientes aspectos:

- Para futuras réplicas de experimentos similares, es conveniente buscar la implementación integral del diseño experimental pre prueba, post

prueba y grupo de control, haciendo particular énfasis en la aleatoriedad de los participantes a pesar del reto que pueda significar el tener que alinear aspectos académicos y características inherentes de la población.

Esto podría lograrse contando con un mayor patrocinio económico, para

- Del mismo modo, se recomienda calibrar futuros experimentos debido a la heterogeneidad de los participantes con respecto a los diferentes componentes del experimento (la duración del tratamiento experimental, el ritmo del mismo, etc.)
- Buscar una mayor apertura en los contenidos académicos que permita la inclusión de recursos interactivos novedosos.
- Mantener búsqueda constante de videojuegos cuyas mecánicas y contenidos, acompañadas de estrategias de aprendizaje congruentes y efectivas, puedan servir de complemento para la adquisición de competencias y habilidades necesarias en un mundo cada vez más tecnológico, complejo y cambiante.



BIBLIOGRAFÍA

Achen, C. H. (1982). *Interpreting and using regression*. Sage.

ACM. (2001). Computer Science Curricula 2001. ACM. Recuperado de <http://www.acm.org/education/curricularecommendations>.

Adams, P. C. (1998). Teaching and learning with SimCity 2000. *Journal of Geography*, 97, 47–55.

Anderson, R. C., & Pickett, J. W. (1978). Recall of previously recallable information following a shift in perspective. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 1–12.

Arévalo, C. A., & Solano, L. I. (2013). Patrones de Comportamiento de Estudiantes de Programación al Utilizar una Herramienta de Visualización de Protocolos Verbales. *Octava Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje*, 4.

Asakawa, T., & Gilbert, N. (2003). Synthesizing experiences: Lessons to be learned from Internet-mediated simulation games. *Simulation & Gaming*, 34, 10–22.

Baker, D., Prince, C., Shrestha, L., Oser, R., & Salas, E. (1993). Aviation computer games for crew resource management training. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3, 143–156.

Barth, Z. (2011). Spacechem: A guide for educators. Recuperado de <http://www.zachtronics.com/SpaceChem%20-%20A%20Guide%20for%20Educators.pdf>

Berson, J. (1996). Effectiveness of computer technology in the social studies: A review of the literature. *Journal of Research on Computing in Education*, 28, 486–499.

Betz, J. A. (1995). Computer games: Increase learning in an interactive multidisciplinary environment. *Journal of Educational Technology Systems*, 195–205.

Bloom, B. S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.

Blue, N., & Powers, D. (2013). *Steam business Update*. Recuperado de www.youtube.com/watch?v=VcrmTXb92DE&list=PLckFgM6dUP2hc

Bohl, R. (2007). *Tools for Structured and Object-Oriented Design*. Prentice Hall.

Brougère, G. (1999). Some elements relating to children’s play and adult simulation/gaming. *Simulation & Gaming – An International Journal of Theory, Practice and Research*, 30, 134–146.

Brown, M. H. (1988). *Algorithm Visualization*. M.I.T. Press.

Brozic, D., & Zapalska, A. (2002). The PORTFOLIO GAME: Decision making in a dynamic environment. *Simulation & Gaming*, 33, 242–255.

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21–32.

Cardellini, L. (2002). An interview with Richard Felder. *Journal of Science Education*, 62–65.

Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. *Educational Technology, Research and Development*, 21–29.

Clark, R. E. (2001). *Learning from Media: Arguments, analysis, and evidence*. Greenwich, CT: Information Age Publishing.

Clark, R. E. (2003). Strategies based on effective feedback during learning. *Report to the Office of Naval Research by the National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing*, 18–19.

Cooper, S., Dann, W., & Pausch, R. (2000). Developing Algorithmic Thinking With Alice. *Proceedings of ISECON 2000*.

Crookall, D., Oxford, R. L., & Saunders, D. (1987). Towards a reconceptualization of simulation. From representation to reality. *Simulation/Games for Learning, 17*, 147–171.

Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey Bass.

Davis, H. L., & Wiedenbeck, S. (2001). The mediating effects of intrinsic motivation, ease of use and usefulness perceptions on performance in first-time and subsequent computer users. *Interacting with Computers, 13*, 549–580.

De Charms, R. (1986). *Personal Causation*. New York: Academic Press.

Deci, E. L. (1975). *Intrinsic Motivation*. New York: Plenum Press.

Drukman, D. (1995). The educational effectiveness of interactive games. *Simulation and Gaming across Disciplines and Cultures: ISAGA at a Watershed*, 178–187.

Ebner, M., & Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education, 49*, 873–890.

Edwards, C. (2013). Valve Lines Up Console Partners in Challenge to Microsoft, Sony. *Bloomberg*.

Felder, R. (1996). Matters of Style. *ASEE Prism 6*, 18–23.

Futschek, G. (2006). Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. *Lecture Notes in Computer Science 4226*, 159–168.

Gagne, R. M. (1965). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming, 33*, 441–467.

Gros, B. (2007). Digital Games in Education: The Design of Games-Based Learning Environments. *Journal of Research on Technology in Education, 40*, 23–38.

Hair, F., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (2004). *Análisis multivariante*. Pearson Prentice Hall.

Hannifin, R. D., & Sullivan, H. J. (1996). Preferences and learner control over amount of instruction. *Journal of Educational Psychology, 88*, 162–173.

Harter, S. (1978). Effectance motivation reconsidered: Toward a developmental model. *Human Development, 1*, 34–64.

Henderson, L., Klemes, J., & Eshet, Y. (2000). Just playing a game? Educational simulation software and cognitive outcomes. *Journal of Educational Computing Research, 22*, 105–129.

Holoyoak, K. J. (1991). Problem solving. In D. N. Osherson & E. E. Smith, *Thinking. An invitation to cognitive science* (pp. 117–146). The MIT Press.

Holzinger, A. (1997). Computer-aided mathematics instruction with mathematica 3.0. *Mathematica in Education and Research, 6*, 37–40.

Holzinger, A. (2002). Multimedia basics. *Learning. Cognitive Fundamentals of Multimedial Information Systems, 2*.

Jenkins, T. (2002). On the difficulty of learning to program. *3rd Annual LTSN_ICS Conference, Loughborough, UK,, 53–58*.

Khoo, G., & Koh, T. (1998). Using visualization and simulation tools in tertiary science education. *The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 17*, 5–20.

Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *Internet and Higher Education*.

Lahtinen, E., Ala-Mutka, K., & Hannu-Matti, J. (2005). A Study of the Difficulties of Novice Programmers. *Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 14–18.

Lee, J. (1999). Effectiveness of computer-based instructional simulation: A meta analysis. *International Journal of Instructional Media*, 26, 71–85.

Leemkuill, H., de jong, T., de Hoog, R., & Cristoph, N. (2003). KM Quest: A collaborative Internet-based simulation game. *Simulation & Gaming*, 34, 89–111.

Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2005). *Estadística Aplicada a los Negocios y a la Economía* (12th ed.). McGraw Hill.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Logan, F. A., & Gordon, W. C. (1981). *Fundamentals of learning and motivation*. Dubuque, IA: Brown.

Malone, T. W. (1980). What makes things fun to learn? Heuristics for designing instructional computer games. *Proceedings of: 3rd ACM SIGSMALL Symposium and the Wrst SIGPC Symposium on Small Systems*, 162–169.

Malone, T. W., & Lepper, M. R. (1987). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivation for learning. , *Learning, and Instruction: Vol. 3. Conative and Affective Process Analyses*, 223–253.

Mann, B. D., Eidelson, B. M., Fukuguchi, S. G., Nissman, S. A., Robertson, S., & Jardines, L. (2002). The development of an interactive game-based tool for learning surgical management algorithms via computer. *The American Journal of Surgery*, 183, 305–308.

McGreenere, J. (1996). Design: Educational electronic multi-player games—A literature review. *Technical Report No. 96, University of British Columbia*. Recuperado de <http://taz.cs.ubc.ca/egems/papers/desmugs.pdf>

Mhashi, M., & Alakel, A. (2013). Difficulties Facing Students in Learning Computer Programming Skills at Tabuk University. *Proceedings of the 12th International Conference on Education and Educational Technology*, 15–25.

Naps, T. L. (1996). Working Group on Visualization. An Overview of Visualization: its Use and Design. *Proceedings of the Conference on Integrating Technology into Computer Science Education.*, 196–200.

Porter, D. B., Bird, M. E., & Wunder, A. (1990). Competition, cooperation, satisfaction, and the performance of complex tasks among Air Force cadets. *Current Psychology: Research & Reviews*, 9, 347–354.

Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.

Quinn, C. N. (1997). *Engaging Learning*. *Instructional Technology Forum*. Recuperado de <http://itech1.coe.uga/itforum/paper18/paper18.html>

Rahmat, M., Shahrani, S., Latih, R., Mohd Yatim, N. F., Ainun Zainal, N. F., & Ab Rahman, R. (2012). Major problems in basic programming that influence student performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 287–296.

Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzal, C. D., & Whitehill, B. V. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. *Simulation & Games*, 23, 261–276.

Ricci, K. E., Salas, E., & Cannon-Bowers, J. A. (1996). Do computer-based games facilitate knowledge acquisition and retention? *Military Psychology*, 295–307.

Rieber, L. P. (1996). Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games. *Educational Technology Research and Development*, 44, 43–58.

Rodríguez, C. G., Llana, L. F., Martínez, R., Palao, P., & Pareja, C. (2002). *Ejercicios de programación creativos y recreativos en C++*. Prentice Hall.

Rodríguez, M., & Mora, R. (2001). *Estadística informática: Casos y ejemplos con el SPSS*. Universidad de Alicante. Servicio de publicaciones.

Rosenorn, T., & Kofoed, L. B. (1998). Reflection in learning processes through simulation/gaming. *Simulation & Gaming, 29*, 432–440.

Salas, E., Bowers, C. A., & Rhodenizer, L. (1998). It is not how much you have but how you use it: Toward a rational use of simulation to support aviation training. *The International Journal of Aviation Psychology, 8*, 197–208.

Sampieri, R. H., Fernández, C., & Baptista, M. P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5th ed.). McGraw Hill.

Santos, Á., Gomes, A., & Mendes, A. J. (2010). Integrating New Technologies and Existing Tools to Promote Programming Learning. *Algorithms*.

Schneiderman, B. (1998). Relate-create-donate: a teaching/learning philosophy for the cyber-generation. *Computers and Education, 31*, 25–39.

Schnotz, W., & Grzondziel, H. (1999). Individual and co-operative learning with interactive animated pictures. *European Journal of Psychology of Education, 14*, 245–265.

Sedgewick, R. (1983). *Algorithms*. Addison-Wesley.

Shu, N. C. (1988). *Visual Programming*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.

Snyder, L. (2000). Computer Scientist says all students should learn to think "algorithmically." Recuperado de <http://chronicle.com/article/Computer-Scientist-Says-All/29778>

Spiker, V. A., & Nullmeyer, R. T. (1995). Benefits and limitations of simulation-based mission planning and rehearsal. *Proceedings of the Aviation Psychology International Symposium, 8*, 1041–1046.

Stasko, J. T. (1992). Animating Algorithms with XTANGO. *SIGACT News*, 23, 67–71.

Stasko, J. T., Brown, M., & Price, B. (1988). Software Visualization, Programming as a Multimedia Experience. *M.I.T. Press*.

Stevens, D., Levi, A., & Walvoord, B. (2012). *Introduction to Rubrics: An Assessment Tool to Save Grading Time, Convey Effective Feedback, and Promote Student Learning* (2nd ed.). Stylus Publishing.

Steward, K. M. (1997). Beyond entertainment: Using interactive games in web-based instruction. *Journal of Instructional Delivery*, 11, 18–20.

Thompson, S. V., & Riding, R. J. (1990). The effect of animated diagrams on the understanding of a mathematical demonstration in 11- to 14-year-old pupils. *British Journal of Educational Psychology*, 60, 86–97.

Washburn, J., & Gosen, J. (2001). An exploration of game-derived learning in total enterprise simulations. *Simulation & Gaming*, 32, 281–296.

Wess, W. R. (1971). *Nobody can teach anybody anything*. Toronto: Doubleday.

Westbrook, J. I., & Braithwaite, J. (2001). The Health Care Game: An evaluation of a heuristic, web-based simulation. *Journal of Interactive Learning Research*, 12, 89–104.

White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*, 66, 297–333.

Wolfe, J. (1997). The effectiveness of business games in strategic management course work. *Simulation & Gaming*, 28, 360–376.

ANEXOS

Anexo A: Encuesta exploratoria - Prueba piloto

Anexo B: Pre prueba - Prueba piloto

Anexo C: Post prueba - Prueba piloto

Anexo D: Manual de Spacechem

Anexo E: Estructura del tratamiento experimental

Anexo F: Misiones complementarias del tratamiento experimental

Anexo G: Encuesta exploratoria - Réplica

Anexo H: Pre prueba - Replica

Anexo I: Post prueba - Réplica

Anexo J: Encuesta de término de tratamiento

Anexo K: Evidencia fotográfica de las sesiones del tratamiento experimental - Réplica 2013

Anexo L: Plano de regresión estandarizada de residuales con contraste total como variable dependiente.

Anexo M: Histograma de probabilidad normal, un panorama de la distribución de la población

Anexo A: Encuesta exploratoria - Prueba piloto

Experimento Spacechem - UAA 2012

Escribe tu nombre completo

Escribe tu correo electrónico

Escribe tu matricula de la UAA

¿Cuántos años tienes?

¿Cursaste tu bachillerato en una escuela privada?

- Si
- No

¿En qué bachillerato estudiaste?

¿Has programado antes?

- Si
- No

En caso de que hayas programado anteriormente ¿Qué lenguajes has utilizado?

¿Te gusta resolver acertijos?

- Si
- Un poco
- No

¿Eres aficionado a los videojuegos?

- Si
- Un poco
- No

¿Cuántas horas utilizas videojuegos a la semana?

- 0
- 1 - 4
- 5 - 9
- 10 - 14
- 15+

¿Te gustaría participar en un experimento sobre el uso de los videojuegos?

- Si
- No

En caso de que te interese participar en esta investigación, ¿Estarías dispuesto a asistir a cinco sesiones, con duración de una hora cada una, después de clases?

- Si
- No

Gracias por contestar esta encuesta.

Anexo B: Pre prueba - Prueba piloto

Problema 1 – De lobos y gallinas

Se tienen tres lobos y tres gallinas de un lado de un río, y el objetivo es llevar a todos los animales a la otra orilla del río usando una balsa.

Desarrolle un algoritmo que cumpla con las siguientes condiciones:

- La balsa solo puede llevar como máximo a dos animales al mismo tiempo.
- Debe haber al menos un animal en la balsa para que pueda cruzar el río.
- Si llegan a haber más lobos que gallinas en cualquier lado del río, los lobos se comerán a las gallinas y se habrá fallado.

Problema 2 – Representación de números con palabras

Se pide escribir un algoritmo que, dado un número natural (entero positivo), escriba la lectura de ese número en español. Por ejemplo, al ejecutar el algoritmo con el número 1024, se obtendrá mil veinte cuatro.

Ejemplos:

- Siete - 7
- Treinta seis - 36
- Ochocientos ochenta ocho - 888
- Ocho mil doscientos uno - 8201

El número máximo permitido para el algoritmo será 9,999.

Problema 3 – Dibujos con asteriscos

Escriba un algoritmo que dibuje en pantalla la siguiente figura compuesta de espacios en blanco, asteriscos y saltos de línea:

```

      *   *   *   *
    *   *   *   *
      *   *   *   *
    *   *   *   *
      *   *   *   *
    *   *   *   *
      *   *   *   *
    *   *   *   *
  
```



Anexo C: Post prueba - Prueba piloto

Problema 1 – Juego de la adivinación

Consideremos el siguiente juego entre los jugadores A – Adivino y P – Pensador:

P piensa en un numero comprendido entre 1 y 1000, y A intenta adivinarlo mediante tanteos sucesivos hasta dar con el numero. Por cada tanteo de A, P dará una respuesta de entre las siguientes:

Fallaste. El número pensado es menor que el tuyo.

Fallaste. El número pensado es mayor.

Acertaste al fin.

- Desarrollar un algoritmo que desempeñe el rol del Adivino.
- Desarrollar un algoritmo que desempeñe el rol del Pensador.
- Desarrollar un algoritmo que desempeñe los dos papeles.

Nota: No hay limitante en cuanto a la estrategia de aproximación utilizada.

Problema 2 – Los cubos de Nicómaco.

Nicómaco de Gerasa descubrió la siguiente propiedad:

Sumando el primer número impar, se obtiene el primer cubo;

Sumando los dos siguientes impares, se obtiene el segundo cubo;

Sumando los tres siguientes, se obtiene el tercer cubo, etc.

Comprobémoslo:

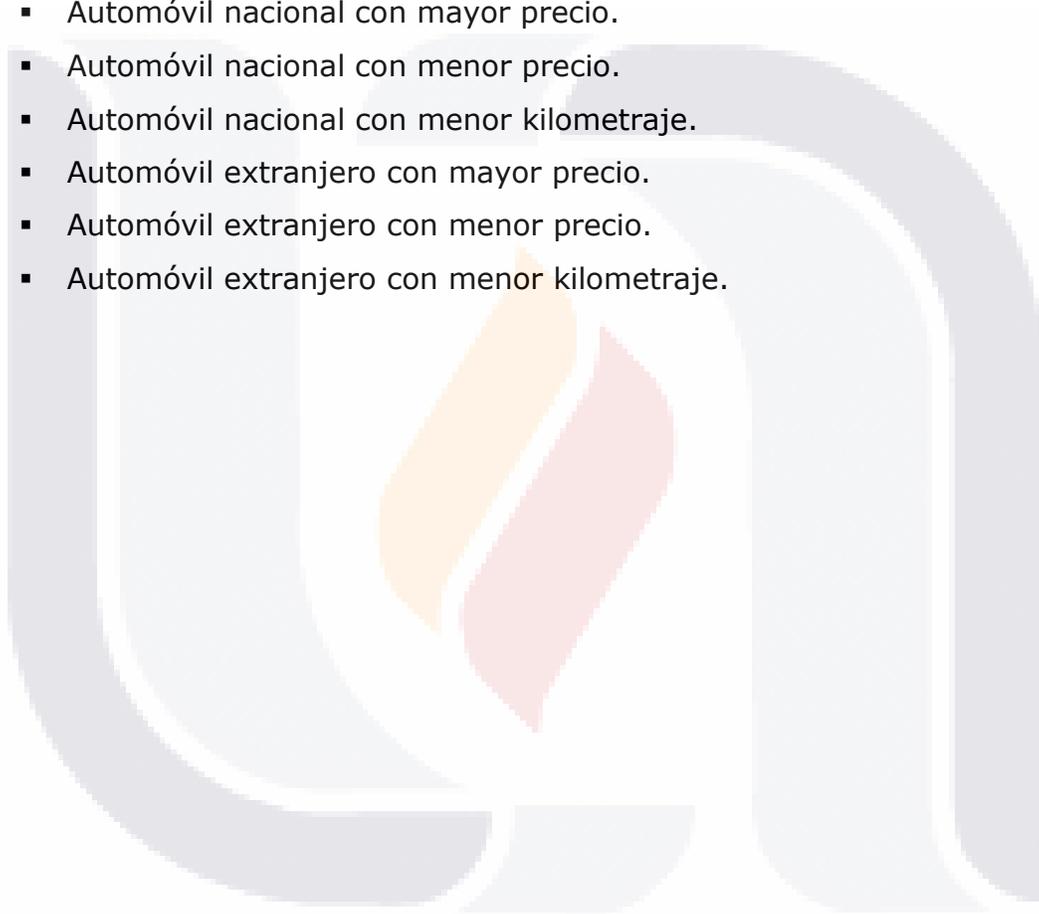
1^3	=	1	=	1
2^3	=	3 + 5	=	8
3^3	=	7 + 9 + 11	=	27
4^3	=	13 + 15 + 17 + 19	=	64

Desarrolla un algoritmo que escriba los primeros 5 cubos utilizando esta propiedad.

Problema 3 – Precios de automóviles

De un lote de 100 automóviles, que pueden ser nacionales o extranjeros, se desea conocer los números de serie de los siguientes automóviles:

- Automóvil nacional con mayor precio.
- Automóvil nacional con menor precio.
- Automóvil nacional con menor kilometraje.
- Automóvil extranjero con mayor precio.
- Automóvil extranjero con menor precio.
- Automóvil extranjero con menor kilometraje.



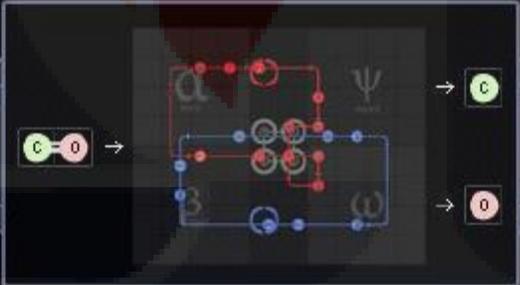
Anexo D: Manual de Spacechem

SPACECHEM



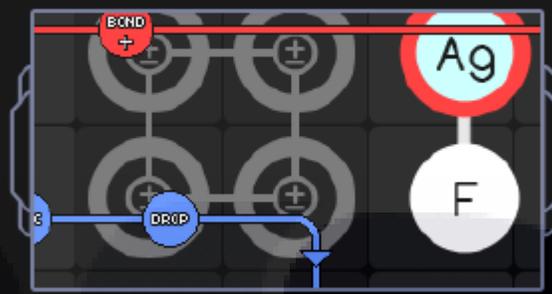
Tu tarea en **SPACECHEM** como **INGENIERO DE REACCIONES** es la de programar las reacciones químicas que transformarán los **COMPUESTOS DE ENTRADA** en **COMPUESTOS DE SALIDA** que se utilizarán en **DISTANTES COLONIAS ESPACIALES!**

SPACECHEM



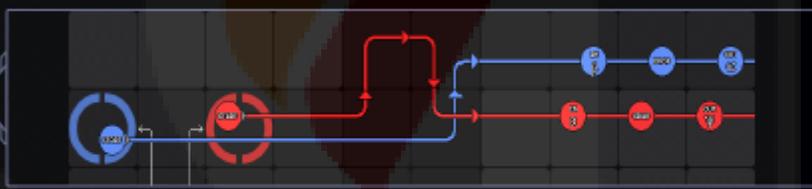
UN **PROGRAMA DE REACCION** consiste en instrucciones que guiarán los brazos del reactor, llamados **WALDOS**, los cuales llevarán a cabo estas reacciones a **NIVEL ATOMICO.**

SPACECHEM



Dentro de un Reactor, las moléculas y sus átomos pueden ser movidos, rotados, enlazados y desenlazados. Es a través de estos pasos básicos que las reacciones son construidas.

SPACECHEM



Estos son WALDOS. Ellos toman, mueven, rotan y sueltan átomos. Los átomos enlazados entre sí forman moléculas.

Los WALDOS se mueven constantemente y pueden ser redirigidos mediante FLECHAS DE INSTRUCCION.

Los WALDOS ejecutan las FLECHAS y las INSTRUCCIONES DEL REACTOR de su mismo color cuando pasan sobre ellas.

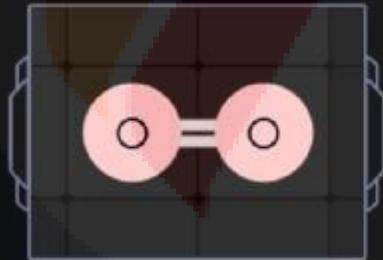
ATOMOS Y MOLECULAS



Los **ATOMOS** son los bloques de los que está formada toda la materia.

ATOMOS del mismo **ELEMENTO** tienen las mismas propiedades. Oxígeno, carbón y hierro son ejemplos de elementos.

ATOMOS Y MOLECULAS



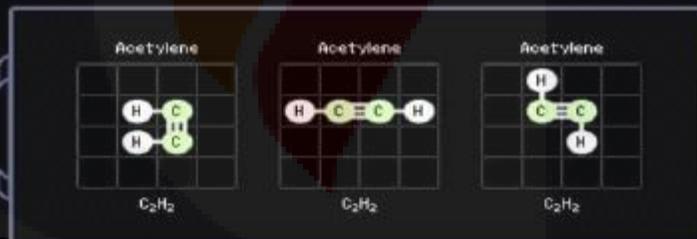
Las **MOLECULAS** consisten de uno o más átomos unidos mediante **ENLACES**.

ATOMOS Y MOLECULAS



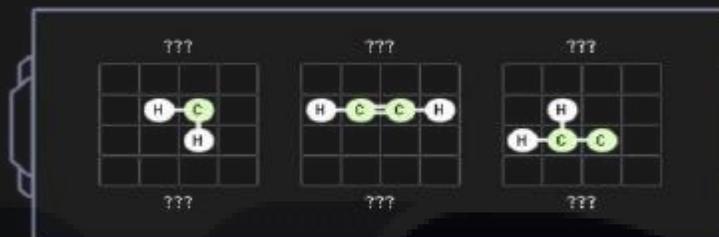
Una MOLECULA es manipulada por un waldo como una sola unidad. Agua, metano y sal son ejemplos de moléculas.

ATOMOS Y MOLECULAS



Todas estas moléculas son equivalentes.

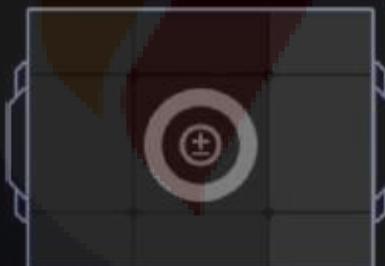
ATOMOS Y MOLECULAS



Todas estas moléculas son diferentes.

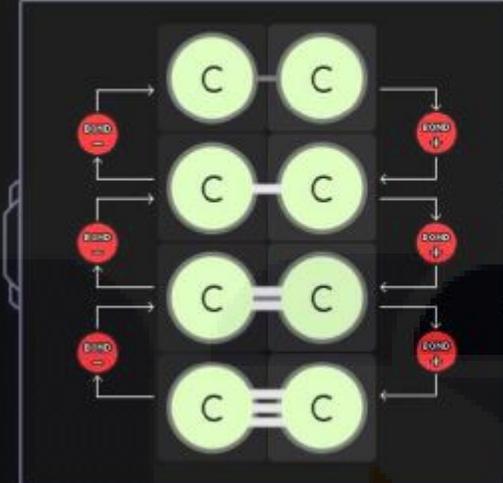
La identidad de las moléculas está determinada por el tipo de átomos y sus enlaces. La rotación y el ángulo de los enlaces no cambian la identidad de la molécula.

ENLACES



Los ENLAZADORES agregan o quitan enlaces de los átomos y solo operan sobre los átomos que se encuentran sobre ellos cuando se ejecuta una instrucción de enlace.

ENLACES



Un par de átomos puede tener un máximo de tres enlaces entre sí.

ENLACES

Además, cada elemento tiene un máximo número de enlaces permitido por átomo. Esta información puede ser encontrada en la tabla periódica.

Intentar agregar más enlaces de los permitidos no funcionara, y no genera ningún problema.

SINCRONIZACION

Las INSTRUCCIONES DE SINCRONIZACION se utilizan para sincronizar los waldos rojo y azul. Arriba; el waldo azul alcanza la instrucción de sincronización primero y espera hasta que el waldo rojo llega a su instrucción de sincronización, en ese momento, los dos waldos continúan su movimiento.

TUBERIAS

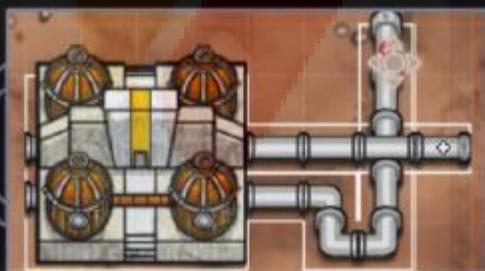
En las ASIGNACIONES DE PRODUCCION. Deberás producir la salida especificada y entregar las moléculas a almacenes de material o naves de transporte.

TUBERIAS



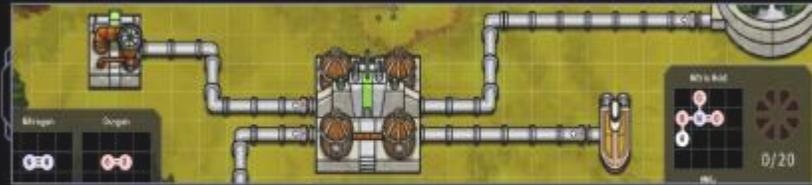
En las asignaciones de producción, puedes utilizar **MÚLTIPLES REACTORES**, cada uno de los cuales es una estructura contenida como la de arriba.

TUBERIAS



Las **TUBERIAS** llevan moléculas entre entradas, reactores, almacenes y naves. Arrastra el último segmento de la tubería para conectarla a otros edificios.

TUBERIAS

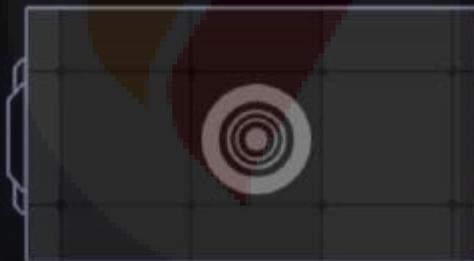


La materia prima debe ser conducida a los reactores desde los tanques contenedores.

Los Reactores tienen tuberías de entrada a su izquierda y tuberías de salida a su derecha.

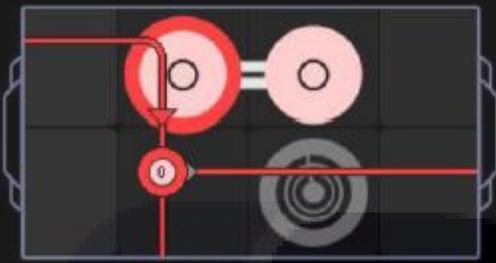
Los almacenes destino solo aceptan una sola clase de molécula. Es necesario completar la cuota establecida para completar la asignación.

SENSORES



Los SENSORES son capaces de detectar el elemento del átomo que está sobre ellos.

SENSORES



La instrucción del SENSOR redirige a los waldos cuando el átomo sobre el sensor coincide con el elemento que se definió como activador del sensor.

SENSORES



Se puede cambiar el elemento activador del sensor en el menú contextual de la instrucción. (Aparece al presionar dos veces la instrucción del sensor.)

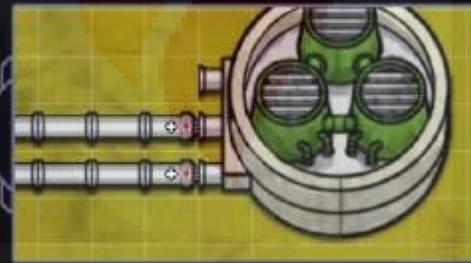
SENSORES



The diagram illustrates a sensor system. On the left, two molecular models are shown: Nitrogen (N_2) with a 25% concentration and Oxygen (O_2) with a 75% concentration. To the right, a pump mechanism is shown with a series of chambers, likely representing the sensor's internal components.

Los sensores permiten a los reactores procesar entradas que pudieran contener diferentes tipos de compuestos. Por ejemplo, esta bomba atmosférica produce moléculas de nitrógeno y oxígeno en un radio de 3:1.

RECICLAJE



The diagram shows a recycling unit. It features a circular chamber with two green internal components. Two input pipes enter from the left, each with a valve. The unit is designed to process excess raw materials.

Algunas asignaciones tienen compuestos de sobra. Dirige esta materia prima de exceso a los RECICLADORES.

Anexo E: Estructura del tratamiento experimental

Sesión	Actividades	Misiones extras	Tópicos Algorítmico
I	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de mecánicas del tratamiento. Revisión del manual de Spacechem hasta el tópico <i>Símbolos del reactor</i>. Resolución de Nivel 1 Misión 2 por parte del instructor. Resolución de Nivel 1 Misión 3 por parte del instructor. Resolución de Nivel 1 Misión 4 por parte de los alumnos. 	<ul style="list-style-type: none"> Básico I Básico II 	<ul style="list-style-type: none"> Pensamiento Algorítmico Básico
II	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del manual de Spacechem de los tópicos <i>Átomos y Moléculas, Enlaces y Sincronización</i>. Resolución de Nivel 1 Misión 5 por parte del instructor. Resolución de Nivel 1 Misión 6 por parte de los alumnos. Resolución de Nivel 1 Misión 7 por parte de los alumnos. 	<ul style="list-style-type: none"> Sincronización <ul style="list-style-type: none"> Enlaces I Enlaces II Enlaces III 	<ul style="list-style-type: none"> Sincronización Ciclos
III	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del manual de Spacechem del tópico <i>Progresión de Enlaces</i>. Resolución de Nivel 2 Misión 1 por parte del instructor. Resolución de Nivel 2 Misión 2 por parte de los alumnos. Resolución de Nivel 2 Misión 3 por parte de los alumnos. 	<ul style="list-style-type: none"> Enlaces IV Enlaces V 	<ul style="list-style-type: none"> Sincronización Ciclos
IV	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del manual de Spacechem de los tópicos <i>Tuberías y Cuotas de Salida</i>. Resolución de Nivel 2 Misión 4 por parte del instructor. Resolución de Nivel 2 Misión 5 por parte de los alumnos. Resolución de Nivel 2 Misión 6 por parte del instructor. 	<ul style="list-style-type: none"> Tuberías Subrutinas I Subrutinas II 	<ul style="list-style-type: none"> Descomposición de problemas
V	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del manual de Spacechem del tópico <i>Sensores</i>. Resolución del problema complementario <i>Condicionales I</i> por parte del instructor. Resolución del problema complementario <i>Condicionales II</i> por parte de los alumnos. Resolución del problema complementario <i>Condicionales III</i> por parte de los alumnos 	<p>Libre acceso videojuego</p>	<ul style="list-style-type: none"> Condicionales Descomposición de problemas.

Anexo F: Misiones complementarias del tratamiento experimental

Sesión	Misión Complementaria	Tópico Algorítmico
I	Básico I	▪ Pensamiento algorítmico básico
	Básico II	▪ Pensamiento algorítmico básico
II	Enlaces I	▪ Sincronización
	Enlaces II	▪ Sincronización ▪ Ciclos
	Enlaces III	▪ Sincronización ▪ Ciclos
III	Enlaces IV	▪ Sincronización ▪ Ciclos
IV	Enlaces V	▪ Sincronización ▪ Ciclos
	Sincronización	▪ Sincronización ▪ Ciclos
	Tuberías	▪ Subrutinas
	Subrutinas I	▪ Subrutinas ▪ Sincronización
V	Subrutinas II	▪ Subrutinas ▪ Sincronización
	Condicionales I	▪ Condicionales
	Condicionales II	▪ Condicionales ▪ Subrutinas
	Condicionales III	▪ Condicionales ▪ Subrutinas

Anexo G: Encuesta exploratoria - Réplica

Experimento Spacechem - UAA 2012

Escribe tu nombre completo

Escribe tu correo electrónico

Escribe tu matricula de la UAA

¿Cuántos años tienes?

¿Cursaste tu bachillerato en una escuela privada?

- Si
- No

¿En qué bachillerato estudiaste?

¿Has programado antes?

- Si
- No

En caso de que hayas programado anteriormente ¿Qué lenguajes has utilizado?

En caso de que hayas programado anteriormente ¿Como clasificarías tu nivel de habilidad?

- Alta
- Media
- Baja

¿Te gusta resolver acertijos?

- Si
- Un poco

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- No

¿Eres aficionado a los videojuegos?

- Si
- Un poco
- No

¿Cuántas horas utilizas videojuegos a la semana?

- 0
- 1 - 4
- 5 - 9
- 10 - 14
- 15+

¿Te gustaría participar en un experimento sobre el uso de los videojuegos?

- Si
- No

En caso de que te interese participar en esta investigación, ¿Estarías dispuesto a asistir a cinco sesiones, con duración de una hora cada una, después de clases (tentativamente 14:00-15:00)?

- Si
- No

En caso de que te interese participar en esta investigación, ¿Cuentas con acceso a un equipo de computo que tenga máximo tres años de antigüedad e internet?

- Si
- No

Gracias por contestar esta encuesta.

Anexo H: Pre prueba - Replica

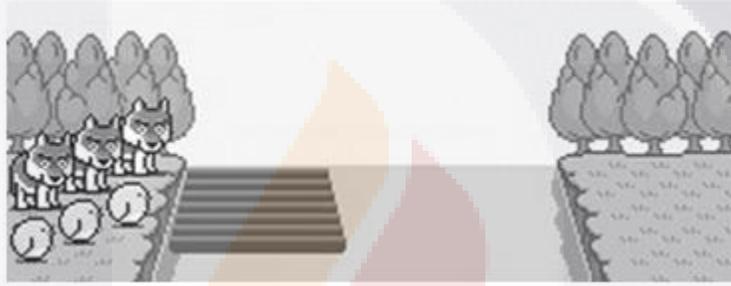
Evaluación I

Atención

Dibuja claramente todos tus diagramas de flujo en una o más hojas aparte. Si utilizas variables dentro de tu diagrama de flujo, explica y define su uso.

Problema 1 – De lobos y gallinas

Planteamiento



Se tienen tres lobos y tres gallinas de un lado de un río, diseña un algoritmo que cumpla con las siguientes condiciones:

- La balsa solo puede llevar como máximo a dos animales al mismo tiempo.
- Debe haber al menos un animal en la balsa para que pueda cruzar el río.
- Los animales no se pueden quedar en la balsa después de cruzar el río.
- Si llegan a haber más lobos que gallinas en cualquier lado del río, los lobos se comerán a las gallinas y habrás fallado.

Objetivo

Diseña un algoritmo que lleva a todos los animales a salvo hasta la otra orilla del río.

Problema 2 – Lote de automóviles

Planteamiento

Se tiene un lote de 10 automóviles; donde cada uno puede ser de origen nacional o extranjero, tiene un número de serie único, un año y un precio en pesos.

Objetivo

Diseña un algoritmo que lea los datos de cada automóvil del lote y regrese la siguiente información al finalizar.

Numero de serie del Automóvil nacional con mayor precio.

Numero de serie del Automóvil extranjero con el año más reciente.

Problema 3 - Representación de números con palabras

Planteamiento

Dado un número natural (*entero positivo*) de dos dígitos, escriba su *lectura* de cada dígito en español.

Ejemplo:

Entrada	Salida
07	Cero Siete
36	Treinta Seis
88	Ochenta Ocho

Objetivo

Diseña un algoritmo que lea un número indeterminado de números y escriba su lectura como se explica en el planteamiento, si el número leído es 00 terminar.

Anexo I: Post prueba - Réplica

Evaluación II

Atención

Dibuja claramente todos tus diagramas de flujo en una o más hojas aparte. Si utilizas variables dentro de tu diagrama de flujo, explica y define su uso.

Nombre

Problema 1 – Juego de la adivinación

Planteamiento

Consideremos el siguiente juego entre los jugadores A – Adivino y P - Pensador:

El Pensador elige un número entre el 1 y el 100, y el Adivinador intenta adivinarlo mediante tanteos sucesivos hasta dar con el número del Pensador.

Por cada tanteo del Adivinador, el Pensador dará una de las siguientes respuestas según sea el caso:

- Fallaste. Mi número pensado es menor.
- Fallaste. Mi número pensado es mayor.
- Acertaste al fin.

Ejemplo

Adivinador	Pensador (Numero pensado = 10)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Numero adivinado: 15 ➤ Numero adivinado: 8 ➤ Numero adivinado: 10 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fallaste. Mi número pensado es menor que el tuyo. ➤ Fallaste. Mi número pensado es mayor. ➤ Acertaste!

Objetivo

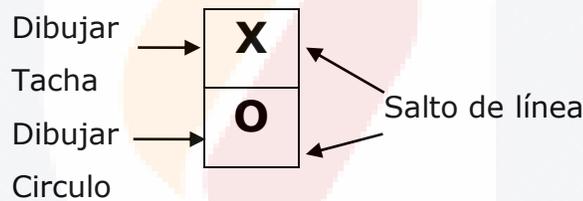
- Diseña un algoritmo que desempeñe el rol del Adivino para adivinar tres números.
- Diseña un algoritmo que desempeñe el rol del Pensador para adivinar tres números.
- Diseña un algoritmo que desempeñe el rol de ambos para adivinar tres números.

Nota: Puedes utilizar cualquier estrategia de aproximación que desees.

Problema 2 – Dibujos con asteriscos

Planteamiento

Utilizando las instrucciones: 'Dibuja Circulo', 'Dibuja Tacha' y 'Salta de línea' se puede dibujar en sobre una cuadrícula.



Objetivo

Diseña un algoritmo para dibujar cada una de las siguientes cuadrículas:

A

X	O	O	O
X	X	O	O
X	X	X	O
X	X	X	X

B

X	X
O	O
X	X
O	O
X	X
O	O
X	X
O	O

C

X	O
O	X
X	O
O	X
X	O
O	X
X	O
O	X

Anexo J: Encuesta de término de tratamiento

Experimento Spacechem - UAA 2013

¿Te pareció interesante este experimento?

- Muy interesante
- Algo interesante
- Indiferente
- Poco interesante
- Nada interesante

¿Te agrado participar en este experimento?

- Muy interesante
- Algo interesante
- Indiferente
- Poco interesante
- Nada interesante

¿Qué aspectos te gustaron de este experimento?

¿Qué aspectos mejorarías de este experimento?

¿Crees que hay relación entre como se diseñan las soluciones dentro de los reactores en Spacechem y como se diseña un algoritmo como has visto en clase?

- Muy interesante
- Algo interesante
- Indiferente
- Poco interesante
- Nada interesante

¿Crees que hay relación entre los ciclos de Spacechem y los ciclos de un algoritmo como los has visto en clase?

- Muy interesante
- Algo interesante
- Indiferente
- Poco interesante

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Nada interesante

¿Crees que hay relación entre el símbolo de Sensing de Spacechem y la operación if/else que has visto en clase?

- Muy interesante
- Algo interesante
- Indiferente
- Poco interesante
- Nada interesante

¿Crees que hay relación entre como se dividen las soluciones entre varios reactores en Spacechem y la descomposición de problemas complejos como lo has visto en clase?

- Muy interesante
- Algo interesante
- Indiferente
- Poco interesante
- Nada interesante

¿Notaste alguna relación entre lo que se vio en el Spacechem y algún otro tópico que hayas visto en clase?

¿Tienes interés en seguir avanzando en el juego después del experimento?

- Muy interesante
- Algo interesante
- Indiferente
- Poco interesante
- Nada interesante

Comentarios, sugerencias y observaciones del experimento

Gracias por contestar!

Anexo K: Evidencia fotográfica de las sesiones del tratamiento experimental - Réplica 2013



Fotografía 1



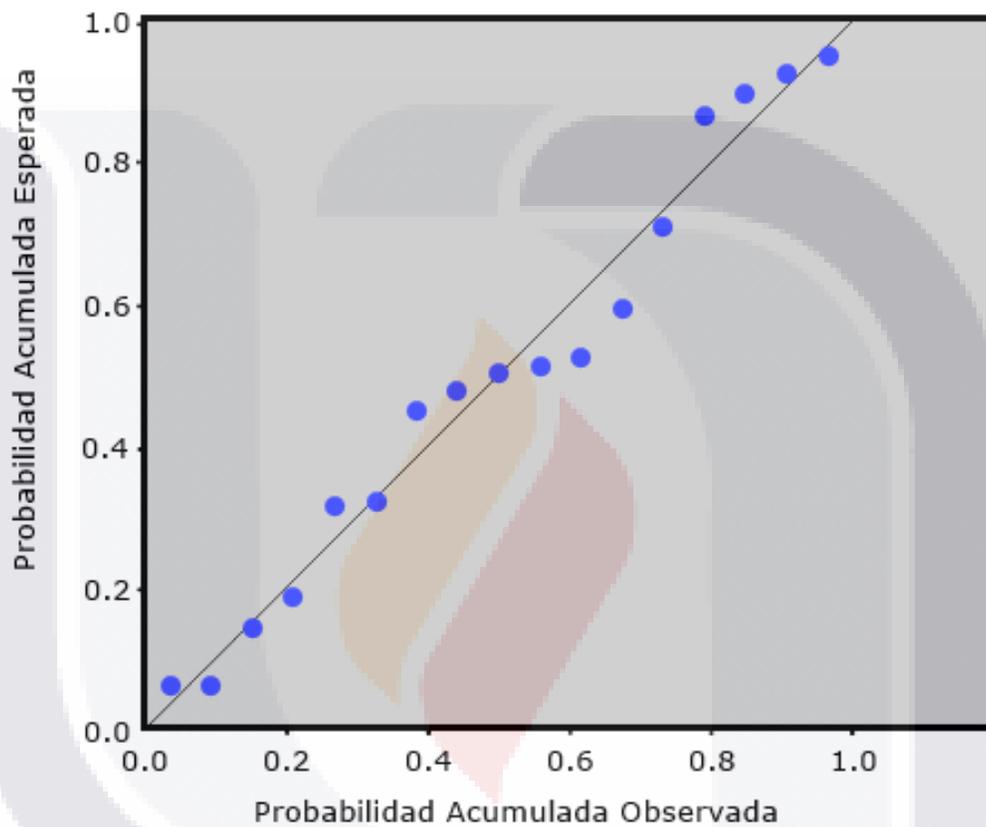
Fotografía 2



Fotografía 3



Anexo L: Plano de regresión estandarizada de residuales con contraste total como variable dependiente.



Anexo M: Histograma de probabilidad normal, un panorama de la distribución de la población.

