

Resultados preliminares de la aplicación de la simulación-juego Instruccional (modificada): Viaje Intracelular

Preliminaries results of application of a simulation-game
(modified): Intracellular Journey

Marlene Toledo

marlene8atoledo@gmail.com

Rosa Elena Camero

cameronegrilla1@gmail.com

**Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
Instituto Pedagógico de Caracas**

RESUMEN

El artículo corresponde a la versión modificada de la Simulación –Juego “Viaje Intracelular”, elaborada para facilitar el aprendizaje, con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Dicha simulación incluye dos etapas: la primera para construir una secuencia de los eventos de incorporación de las proteínas al Retículo Endoplasmático. La segunda, un recorrido en un tablero de sesenta (60) cuadros a través de los organelos involucrados en el procesamiento de tres tipos de proteína; algunos cuadros presentan una interrogante (?) acerca de situaciones relacionadas con el contenido, enfermedades de almacenamiento lisosómico y sus tratamientos. La validación se realizó a través de una encuesta aplicada a los estudiantes de Biología Celular del IPC-UPEL entre los períodos 2003-I y 2008-I. Los resultados muestran aceptación del 86,78%. Además, el análisis de contenido realizado a las reflexiones de los estudiantes evidencian que la estrategia impacta a los estudiantes motivacionalmente, lo que sugiere el uso de esta estrategia para otros contenidos.

Palabras clave: Retículo Endoplasmático; procesamiento de proteínas; CTS

ABSTRACT

The article relates to the modified version of the Simulation-Game "Intracellular Journey", developed to facilitate the process of learning with the STS (Science, Technology and Society) approach. This simulation includes two phases: the first to construct a sequence of the events of incorporation of the proteins to the endoplasmic reticulum. The second one is a journey on a board of sixty (60) tables through the organelles involved in the processing of three types of protein; some tables provide a question mark (?) about situations related to the content, lysosomal storage diseases and their treatments. The validation is performed through a survey applied to students of Cell Biology of the IPC-UPEL between the periods 2003-I and 2008-I. The results show percentages of acceptance of 86.78%. In addition, students have done reflections, which show through the content analysis, that the strategy creates on the students a positive animic behavior suggesting the use of this strategy to other content.

Key words: *Endoplasmic Reticulum; proteins processing; STS*

INTRODUCCIÓN

Una célula eucariota contiene en su citoplasma organelos a través de los cuales se llevan a cabo procesos de una manera integrada y coordinada para una mayor eficiencia del trabajo celular. Cuando una proteína es sintetizada en los ribosomas que están adosados a la membrana de otro organelo, como es el caso del retículo endoplasmático rugoso, dicha proteína va a sufrir una serie de modificaciones que comprende varias etapas, las cuales se llevan a cabo a lo largo de sistemas membranosos.

Desde el inicio de la síntesis, el polipéptido recién formado en el ribosoma, va a ser reconocido por moléculas específicas que junto con otras proteínas, que actúan como receptores a nivel de la membrana del retículo, van a contribuir a que el ribosoma sea posicionado sobre dicha cubierta organelar. Después, la proteína ya sintetizada, debe pasar al interior del retículo endoplasmático rugoso donde sufrirá una serie de modificaciones que serán completadas en el aparato de Golgi;

De ésta manera, la proteína luego será transportada a su destino final en la célula, dependiendo si es una enzima lisosomal, una proteína secretora o una proteína estructural de la membrana celular (Freifelder, 1993).

El tópico expuesto anteriormente, es parte de los contenidos que deben cubrirse en la asignatura de Biología Celular, la cual forma parte del programa de formación de docentes de Biología del Instituto Pedagógico de Caracas, Universidad pedagógica Experimental Libertador.

Por la complejidad de los procesos biológicos involucrados en la modificación de las proteínas, estos conocimientos se han constituido en contenidos difíciles de aprender entre los estudiantes; de allí que las autoras del presente trabajo detectaran la dificultad, que tienen los estudiantes de comprender la idea de compartimentalización celular, integración organelar y los procesos para modificar y transportar a su destino final a las proteínas. Otro aspecto, también a considerar, se refiere a la ausencia de contextualización para aplicar los conocimientos científicos. La situación problemática planteada conlleva a considerar que, en el trabajo de aula, deben plantearse alternativas didácticas para vencer esos escollos y lograr en los estudiantes un aprendizaje significativo de tales temas biológicos.

Entre las alternativas didácticas se tienen: dramatizaciones, juego de roles, toma de decisiones, resolución de problemas, simulaciones-juegos, entre otras. Estas últimas, por ejemplo, han sido consideradas herramientas útiles para el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permiten a los estudiantes una participación más activa, además de incrementar el cooperativismo entre ellos y también aumentar la atención ante el contenido planteado a través de los eventos descritos en el desarrollo de la estrategia (Bedwell, 1977; Santisteban, 1990).

Las autoras han diseñado y aplicado varias Simulaciones-Juegos: "Sintetiza la proteína: una simulación-juego" (Camero, Ledezma de N., Carrero de B. y Álvarez de M., 1989); Viaje Intracelular: una simulación

juego (Camero y Ledezma de N., s.f.); “Viajando por el Aparato Circulatorio de Guillermo” (Ochoa de T., Pardo de C., Bastos, Perdomo y Pérez, s.f.), “Ruta de los Alimentos” (Ochoa de T., Camero y Ledezma de N., s.f.) y “MÉBATA” (Ochoa de T. y col., s.f.); algunas de ellas han sido utilizadas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en contenidos programáticos de la asignatura Biología Celular con resultados satisfactorios (Camero y Ochoa, 2006).

Para el material relacionado con la síntesis y modificaciones de las proteínas hasta su destino final, se diseñó el juego “Viaje Intracelular”. De las primeras aplicaciones, los estudiantes sugirieron modificaciones para mejorar la estrategia ya que, según plantearon los estudiantes, ésta resultaba muy larga, tediosa y poco práctica; además de señalar que el tablero y los materiales que lo componían eran poco atractivos.

Con respecto a la ausencia de contextualización para aplicar los conocimientos científicos, se incorporó en la estrategia el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Este es un enfoque integrador que ayuda al estudiante a desarrollar habilidades intelectuales para entender las implicaciones de los avances de la ciencia y la tecnología en el contexto social (Yager, 1996); prepara a los estudiantes para el empleo de la ciencia y la tecnología en el mejoramiento de su vida diaria y para la aplicación del conocimiento científico en la vida cotidiana (Tricárico, 2003). Se podría considerar el enfoque CTS como una alfabetización en ciencia y tecnología para promover el pensamiento crítico y la independencia intelectual en los estudiantes, con el fin de que a futuro sean ciudadanos que actúen como verdaderos agentes de cambio social, capaces de tomar decisiones en pro de su entorno, de su calidad de vida, de su realidad, (López, 1999; Acevedo D., Vásquez y Manassero, 2003). En el siglo XXI, la educación científica y tecnológica no tiene sentido al margen del contexto social en el que ellas están inmersas.

De lo anteriormente expuesto y a partir de las observaciones realizadas por los estudiantes a las primeras versiones de “Viaje Intracelular”, cambios consecutivos fueron hechos a la estrategia hasta

lograr un producto mejor acabado para cumplir con los objetivos didácticos propuestos. En el presente trabajo se expone la versión modificada de la Simulación-Juego “Viaje Intracelular”.

La estrategia fue validada a través de un instrumento elaborado para tal fin, el cual se aplicó a los estudiantes. La evaluación del juego también fue realizada y para ello se diseñaron dos instrumentos que permitieron la recolección de los datos.

Objetivos

- Modificar la Simulación-Juego Viaje Intracelular (Camero y col., 1989) a fin de incorporar el enfoque CTS.
- Validar la estrategia a través de una encuesta aplicada a los estudiantes sobre distintos aspectos de la misma.
- Aplicar la nueva versión de la Simulación-Juego en el curso de Biología Celular de la especialidad de Biología del Instituto Pedagógico de Caracas.
- Evaluar los resultados de la aplicación de la estrategia a través de una prueba de conocimientos y de las reflexiones realizadas por los estudiantes en relación al tema.

MÉTODO

El diseño empleado, se refiere a una investigación de campo de tipo casi experimental, aplicado a secciones intactas de los cursos de la asignatura: “Biología Celular” del Instituto Pedagógico de Caracas. Para el análisis de resultados se utilizaron procedimientos de tipo cuantitativo y cualitativo, éste último desarrollado a través del Análisis de Contenidos, el cual se define como un “enfoque metodológico, ideal para la rutina educativa porque en su desarrollo propicia procesos de interrelación, además del potencial informativo que presenta y la versatilidad para la presentación de los datos” (Barrera, 2007; Rojas, 2007).

Instrumentos

Simulación-Juego "Viaje Intracelular"

Objetivos didácticos

- Identificar las etapas de la hipótesis señal que marca la entrada de la proteína recién sintetizada al retículo endoplasmático rugoso.
- Diferenciar las modificaciones que sufren las distintas proteínas (de membrana, secretora y lisosomal) a su paso por los sistemas membranosos retículo endoplasmático y Golgi, hasta llevarlas a su destino final.
- Utilizar el enfoque CTS para relacionar los procesos antes mencionados con problemas de disfunción celular.

Contenidos educativos

1. Hipótesis de la Señal
2. Modificaciones que sufren las proteínas a su paso por los sistemas membranosos: Retículo Endoplasmático rugoso y Aparato de Golgi.
3. Compartimentalización celular.
4. Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para explicar los procesos de modificación proteica relacionados con problemas de disfunción celular debido a alteraciones lisosomales, entre otros.

La estrategia está dirigida a Estudiantes de Biología Celular en un curso de pre-grado. El tiempo requerido para su desarrollo es de aproximadamente dos horas de clase, considerando la actividad de cierre.

Prueba de conocimientos

El curso de Biología Celular consta de tres unidades y se asigna una prueba para cada una de ellas. El contenido desarrollado en esta estrategia está incluido en la Unidad II. Para efectos de la investigación, sólo se consideraron aquellas preguntas de la prueba que involucraban el contenido de la simulación-juego.

Encuesta aplicada a los estudiantes

La encuesta incluyó los datos del estudiante, su nivel de estudio, diez ítems relacionados con la impresión del estudiante frente al uso de la estrategia y una pregunta de opinión abierta.

A continuación se presenta un segmento de la encuesta aplicada a los estudiantes:

ESCALA DE OPCIONES DE RESPUESTA

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Parcialmente de acuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

1. No presenta mayores dificultades en cuanto a su elaboración y el costo de los materiales
2. Ayuda al logro de conocimientos adaptados a la realidad de los estudiantes.
3. Ayuda al logro de objetivos previstos
4. Despierta interés en el alumno.

	1	2	3	4	5

OPINIÓN

13.- En caso de poder modificar partes de la Simulación-Juego, ¿Cuáles cambiaría y por qué?

14.- Agregue cualquier comentario que tenga a bien expresar.

Reflexión de parte de los estudiantes

Al finalizar la Unidad II, se pidió a los estudiantes una reflexión. Ésta consistía en describir, en sus propias palabras, su impresión con respecto al contenido, a lo aprendido y a las estrategias utilizadas. También podían colocar cualquier otro comentario que quisieran añadir. Sólo se consideró para este trabajo las reflexiones con respecto a la simulación-juego.

Procedimiento

1. Aplicación de la Estrategia.

Una vez finalizada la clase teórica sobre el procesamiento de las proteínas y los organelos involucrados en tal evento, se fijó para la siguiente sesión la aplicación de la estrategia. De esta forma, la teoría sirvió de introducción a la simulación-juego y, una vez finalizada ésta, se procedió a la actividad de cierre.

Para el desarrollo de la estrategia, se emplean como materiales, un tablero donde se representan el retículo endoplasmático rugoso, el aparato de Golgi y tres tipos de proteínas. Se incluyen cuadros con interrogantes colocados en ciertas zonas del tablero.

Se incorporaron fichas de diferentes colores, que se distribuyen entre los jugadores, para marcar su recorrido por el tablero; el desplazamiento es determinado por el lanzamiento de un dado.

Además se incluye un grupo de tarjetas que corresponden a la primera etapa de la simulación-juego, y otro grupo, marcadas con una interrogante. También forman parte de los materiales, láminas informativas para cada tipo de proteína, donde se ilustran, de manera resumida, las modificaciones que sufren dichas moléculas.

La estrategia ha sido diseñada para estudiantes universitarios en cursos que contemplen este contenido. El juego se realiza en 60 minutos aproximadamente, de manera que será suficiente un período de dos horas de clase a fin de incluir la organización de los equipos, la lectura de las reglas del juego y la actividad integradora.

Los objetivos de la simulación juego corresponden, en primera instancia, en completar las etapas de la hipótesis de señal la cual tiene que ver con la entrada del polipéptido al retículo endoplasmático rugoso, donde sufre las primeras modificaciones. Como segunda parte, el paso de la proteína a las sucesivas cisternas del aparato de Golgi para nuevas modificaciones hasta la llegada a su destino final.

Pueden participar 4 jugadores individuales o cuatro equipos constituidos por dos estudiantes cada uno. Cada participante debe cumplir las dos etapas de la simulación-juego.

Reglas del Juego

Primera Etapa:

Entrada del polipéptido al Retículo Endoplasmático e Inicio de la Glicosilación

En esta etapa se dispone de 32 cartas distribuidas en cuatro (4) grupos, cada uno caracterizado por un color diferente (verde, marrón, naranja y morado) el cual identifica a un tipo de célula en particular.

Algunas de las cartas representan una fase de la secuencia que debe formarse durante esta primera parte; otras representan eventos que no permiten completar la secuencia de entrada de una proteína al Retículo Endoplasmático.

Para iniciar esta etapa del juego, cada participante deberá lanzar el dado y aquel que obtenga el menor número mezclará las cartas y dará seis (6) de ellas a cada jugador. Las cartas sobrantes se colocarán al revés y formarán la reserva.

El juego lo comenzará el participante que está colocado a la derecha de aquél a quien correspondió distribuir las cartas; los turnos sucesivos seguirán esa misma dirección.

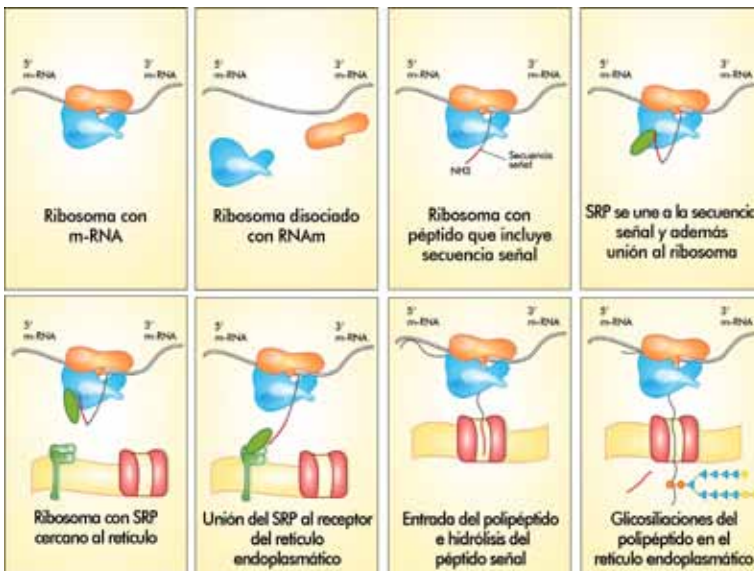
Cada participante iniciará la formación de una secuencia de seis (6) cartas que resume las diferentes fases del proceso de entrada

de la proteína al retículo endoplasmático. Dicha secuencia deberá ser construida con cartas de un mismo color.

Al comenzar su turno cada participante tomará una carta de la reserva y tendrá la oportunidad de devolver a ésta, una (1) que no le interese conservar; aquel jugador que esté interesado en la carta que va a ser descartada y no le corresponde el turno, puede comprarla y deberá tomar otra adicional de la reserva. Si su turno es inmediato no necesita cargarse de la reserva. Esto se repetirá durante cada turno del juego hasta que los participantes completen su secuencia correcta de seis cartas.

Cada jugador que complete dicha secuencia deberá mostrarla al resto de los participantes y no importa si le sobran algunas cartas, éstas se colocarán de vuelta en la reserva; en su turno siguiente iniciará la segunda etapa del juego.

A continuación se presenta el modelo de las cartas de la primera etapa de la simulación-juego en la que se construye la secuencia de eventos para la incorporación de la proteína en el retículo Endoplasmático Rugoso:



Segunda Etapa

Procesamiento y transporte intracelular de las proteínas

Esta etapa se realizará mediante juego en un tablero de sesenta (60) cuadros, donde están identificados los organelos involucrados en el procesamiento de tres tipos de proteínas: proteína secretora, proteína de membrana y enzima lisosomal. Para indicar el recorrido alrededor del tablero, cada jugador dispondrá de una ficha de color. El movimiento de la ficha será determinado por el lanzamiento de un dado. Se incluyen además, cuadros identificados con una interrogante (?) que representan situaciones problemáticas relacionadas con los procesos de modificación de las proteínas, enfermedades de almacenamiento lisosómico y tratamientos para dichas dolencias. Aquel participante cuya ficha caiga en uno de esos cuadros deberá contestar la pregunta; si no lo hace pierde un turno; otro jugador puede responderla y éste continuará su recorrido por el tablero.

A continuación se muestra un modelo de las tarjetas con interrogación:



¿Qué puede haber ocurrido si una proteína de secreción perdió los tres residuos de glucosa en el retículo endoplasmático rugoso y no alcanzó su destino final?

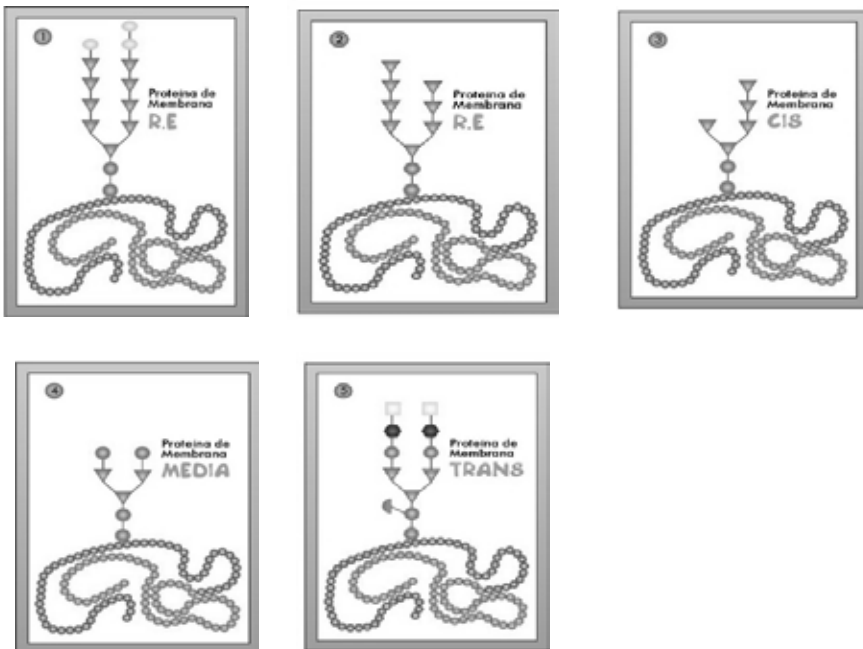
Si no contesta la pregunta pierde un turno.

Al iniciar esta etapa, los jugadores que lograron reunir la secuencia de cartas de la primera parte, deben colocar su ficha sobre el cuadro de salida, lanzar el dado y dependiendo del número que salga, le corresponderá un tipo de proteína: 1 y 2 para proteína de membrana, 3

y 4 proteína secretora y, 5 y 6 proteína lisosomal. Una vez seleccionada la proteína, el participante inicia su movimiento en el tablero moviendo su ficha en la dirección de la flecha tantos cuadros como indique el dado. Los turnos de los jugadores se mantendrán de acuerdo al orden establecido en la primera etapa del juego. El jugador que primero logre llegar al destino final de su proteína será el ganador

Cada jugador desde que comienza su recorrido en el retículo endoplasmático rugoso, tomará una carta correspondiente a las modificaciones de su proteína en los recuadros señalados en el tablero. Si avanza sin tomar la carta, debe devolverse a donde estaba y pierde su turno.

A continuación se muestra una secuencia de las modificaciones que sufre una proteína de membrana.



Actividad Integradora

En consideración con los señalamientos de Thatcher (1990), las actividades integradoras representan una etapa muy importante en la Simulación-Juego ya que se evalúa, en ese momento, el contenido presentado en la estrategia y se discute para relacionarlo con otras áreas del conocimiento. Por su parte, Lederman (1984) plantea que las actividades integradoras permiten evaluar la estrategia a través de las respuestas de los participantes. Esto dará la idea de la validez y confiabilidad de la misma.

Esta actividad se caracteriza por ser el cierre de la estrategia. Algunos de los puntos que podrían incluirse son preguntas y dudas de los estudiantes. Otras sugerencias incluyen:

- Discutir las etapas correspondientes a la Hipótesis de la Señal, la cual explica la síntesis de proteínas en ribosomas asociados al Retículo Endoplasmático rugoso y la internalización de dichas moléculas en el mencionado organelo.
- Discutir las modificaciones que experimentan las proteínas (secretora, estructural de membrana y enzimas lisosomales) a su paso por los sistemas membranosos.
- Analizar el concepto de Compartimentalización Celular.
- Establecer la idea de Integración Organelar.
- Utilizar el enfoque Ciencia-Tecnología y Sociedad para analizar los efectos que pueden derivarse de alteraciones ocurridas en el procesamiento de las proteínas

Aplicación de la encuesta al estudiante

Después de aplicada la estrategia, cada estudiante completó la información de la encuesta.

Aplicación de la prueba a los estudiantes

Posterior a la finalización de la Unidad II del curso, se asignó la prueba de contenidos a los estudiantes.

Asignación de la reflexión

Finalmente, junto a la prueba, se asignó a los estudiantes la entrega de la reflexión en relación a la Unidad II del curso de Biología Celular.

RESULTADOS

Encuesta aplicada a los estudiantes.

Con la finalidad de recoger la opinión de los estudiantes acerca de la Simulación-Juego. Se aplicó una encuesta a siete muestras de estudiantes durante diferentes semestres, para un total de 56 estudiantes. Uniendo los resultados de todas ellas, se obtienen 728 posibles respuestas (13 ítems para una muestra de 56). Se puede observar que el nivel de aceptación de la estrategia está en el orden de 86,78% si se suman los porcentajes de las opciones 4 y 5 que implican la mayor aceptación. En el gráfico No. 1, se pueden observar los porcentajes para cada una de las opciones por semestre, siendo más altas las opciones 4 y 5 en todos los casos.

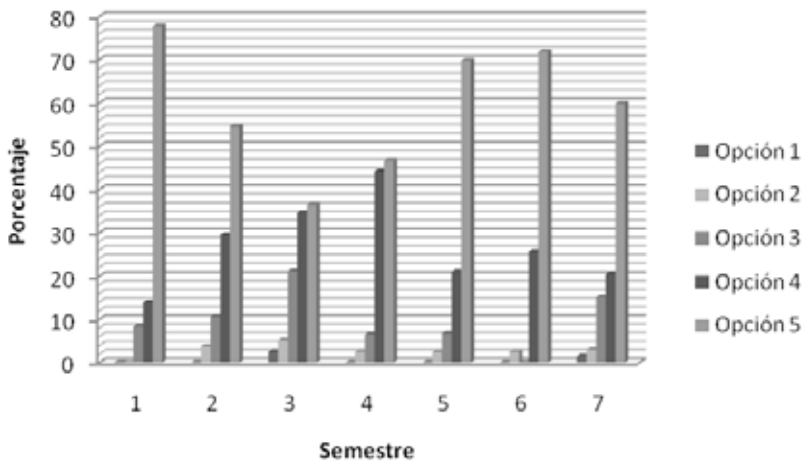


Gráfico 1. Resultados de las encuestas aplicadas a los alumnos en semestres 2003I (1), 2005II (2), 2006I (3), 2006II (4), 2007I (5), 2007II (6) y 2008I (7).

Prueba de conocimientos

Cuatro grupos de estudiantes a los que no se les aplicó la simulación-juego y cinco grupos a los que sí se les aplicó la estrategia, rindieron la prueba de conocimientos.

En el gráfico No. 2 podemos observar un incremento (56%) en las calificaciones de los grupos que se ejercitaron con la simulación-juego con respecto a las calificaciones de los grupos sin aplicación de la estrategia (48%).

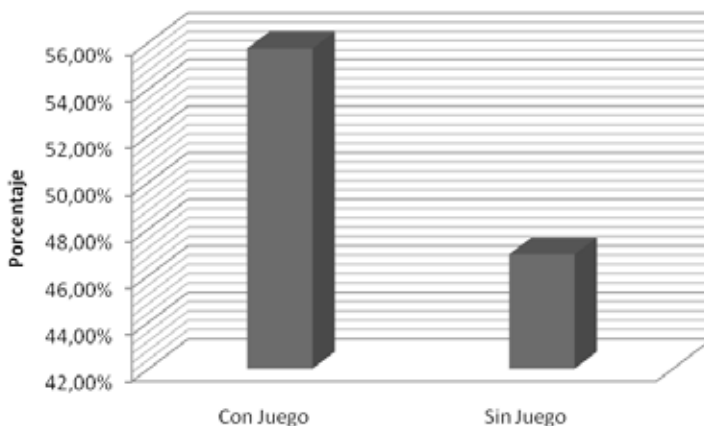


Gráfico 2. Calificaciones obtenidas por los estudiantes en el contenido de Viaje Intracelular

Análisis de contenidos de las preguntas abiertas de la encuesta y de las reflexiones de la unidad 2

Se analizaron 56 reflexiones realizadas por los estudiantes en diferentes semestres en los que se había aplicado la estrategia. En las primeras aplicaciones de la simulación-juego se sugirieron cambios en cuanto a la complejidad de la misma, resultaba poco práctica por lo confusa, lo extenso en el tiempo y lo tediosa. Modificaciones consecutivas dieron como resultado el producto que se presenta en este trabajo.

Se pudieron extraer a través del análisis de contenido de dichas reflexiones los aspectos siguientes:

1. Cualidades de la Simulación-Juego: original, útil, eficaz, amena, atractiva y excelente.
2. Atributos físicos: buen diseño, colores atractivos y excelente presentación.
3. Atributos pedagógicos: preguntas difíciles, contenidos bien manejados, contenido teórico reflejado en la estrategia y buenos distractores.
4. Como recurso instruccional: bien elaborado, creativo, apropiado, didáctico, comprensible.
5. Beneficios motivacionales e instruccionales: promueve la perseverancia en la tarea, aumenta el interés por el tema y la motivación por la competencia entre grupos, es dinámico.

Se puede observar en estas reflexiones, que los estudiantes logran asignar a la estrategia atributos que le confieren validez y aceptación como recurso didáctico.

En la figura 1, se presenta un procesador de información que resume las relaciones entre las categorías derivadas de los aspectos señalados por los estudiantes en sus reflexiones.

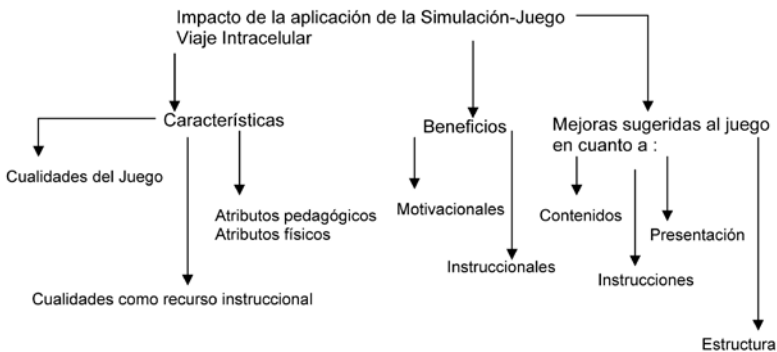


Figura. 1. Resumen del análisis de contenido aplicado a las reflexiones sobre la simulación-juego "Viaje Intracelular", realizadas por estudiantes del curso de Biología Celular.

CONCLUSIONES

- Los resultados de las encuestas aplicadas a los siete grupos de estudiantes reflejan una clara tendencia hacia la aceptación de la Simulación-Juego.
- La aprobación de la estrategia por parte de los estudiantes encuestados, abre el camino para posteriores aplicaciones de la Simulación-Juego con el fin de mejorar la comprensión de los contenidos que allí se plantean.
- Las calificaciones de los estudiantes parecen mejorar con la participación en la simulación-juego.
- La estrategia impacta motivacionalmente, primero por ser muy estimulante para el estudio de Biología Celular y segundo, porque sirve de modelo para el diseño de otras simulaciones-juegos

REFERENCIAS

- Acevedo D., J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2003). *El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias*. [Publicación en línea]. Sala de lectura CTS+I. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Disponible: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm> [Consulta: 2003, Septiembre 9]
- Barrera, M. (2007). Técnicas de análisis en investigación: Análisis semántico, de signos, significados y significaciones. Ediciones Quirón S.A. Bedwell, Lance. 1977. Developing Environmental Education Games. *The American Biology Teacher*. 39 (3): 176-177, 192
- Camero, R.; Ledezma de N.; Carrero de B. y Álvarez de M. (1989). Sintetiza la proteína: una simulación-juego. *Revista de Investigación* 16 (36): 25-35
- Camero, R. y Ledezma de N., M. *Viaje Intracelular: una simulación-juego* (no publicada). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Camero, R. y Ochoa de Toledo, M. 2006. Resultados Preliminares de la Aplicación de la simulación-juego (modificada: Sintetiza la proteína. *Revista de Investigación*. 59: 165-188

- Freifelder, D. (1993). *Essentials of Molecular Biology*. Second edition. George M. Malacinski (Ed.). Boston, Jones and Bartlett Publishers
- Lederman, L. 1984. Debriefing. A critical reexamination of the postexperience analytic process with implications for its effective use. *Simulation and games*. 15 (4): 415-431
- López C., J. A. (1999). Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*, (20). Organización de Estados Iberoamericanos
- Ochoa de Toledo, M., Pardo de C., Bastos, Perdomo y Pérez. *Viajando por el Aparato Circulatorio de Guillermo*. Simulación-Juego Instruccional (no publicada). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Ochoa de Toledo, M., Pardo de C., Bastos, Perdomo y Pérez. *MEBATA*. Simulación-Juego Instruccional (no publicada). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Ochoa de T. M. y Camero, R. "*Ruta de los Alimentos*". Simulación-Juego Instruccional (no publicada). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Rojas, B. (2007). *Investigación Cualitativa fundamentos y praxis*. 1ª edición. Fondo editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL)
- Santisteban, A. 1990. El uso de los juegos de simulación en Ciencias naturales como técnicas de conocimiento del entorno. *Investigación en la Escuela*. 10: 71-75
- Thatcher, Donald. 1990. Promoting learning through games and Simulations. *Simulation and Games* 21 (3): 263-273
- Tricárico, H. R. (2003). *La Educación en ciencias y el enfoque CTS*. [Publicación en línea]. Sala de lectura CTS+I. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Disponible: <http://www.campus-oei.org/salactsi/enfoquects.htm>.[Consulta: 2003, Septiembre 11]
- Yager, Robert E. (Ed.) (1996). *STS Science/Technology/ Society as reform in Science Education*. Suny Series in Science Education. State University of New York Press, Albany