

Videojuego “Waking Mars” Una herramienta para fomentar la producción de hipótesis en la escuela secundaria

Seculin Glur, Julieta Lourdes¹ y Ferreyra, Eliana Ayelén²

^{1, 2}Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Avenida Vélez Sarsfield 299. C.P. 5000

¹julieta.seculinglur@gmail.com; ²ferreyraeliana94@gmail.com

Resumen

Se presenta una innovación desarrollada a partir del videojuego “Waking Mars”, la cual apunta a su utilización para promover procesos de producción de hipótesis en el marco de la Educación Ambiental. Como parte del trabajo final de la materia Taller Educativo II, del Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC), la innovación fue puesta a prueba en un Sexto Año del Ciclo Orientado (Ciencias Naturales), en el marco de la materia “Ambiente, desarrollo y sociedad”. Para su evaluación se utilizó una serie de actividades organizadas en Pre y Post-Test vinculadas a la producción de hipótesis y la percepción de los alumnos acerca del uso de videojuegos en los procesos educativos.

Palabras clave: Hipótesis, Educación Ambiental, Videojuegos

Introducción

En el presente trabajo, presentamos una manera de abordar el desarrollo de la formulación de hipótesis a partir de un videojuego, decisión que surgió desde el deseo de lograr que los estudiantes “hablen ciencias”, entendiendo esto como la capacidad de analizar datos, discutirlos, establecer posturas sobre ellos, proponer una explicación y justificar una decisión.

Así, buscamos aprovechar los intereses de los estudiantes, quienes suelen entusiasmarse con actividades diferentes a las típicas tareas escolares y en especial cuando dichas propuestas incluyen a los videojuegos (Lacasa, 2011. Éstos, al igual que otras Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), son un excelente soporte para desarrollar o favorecer la comprensión, ya que ayudan al intercambio de preguntas y a la búsqueda de respuestas conjuntas, así como también posibilitan la transferencia y permiten reconocer el uso de conceptos, ideas, principios y sus relaciones (Litwin, 2005).

El objetivo general de la investigación es evaluar el potencial del videojuego “Waking Mars” para promover procesos de producción de hipótesis, en el marco de la Educación Ambiental en la escuela secundaria. Los objetivos específicos consisten en conocer las prácticas que tienen los estudiantes en su vida cotidiana con videojuegos; implementar una innovación en la que se utilice el videojuego como herramienta educativa para lograr

la construcción de hipótesis; e identificar el rol del videojuego "Waking Mars" en el proceso de elaboración de hipótesis.

Referentes Teóricos

La labor educativa invita a construir puentes que disminuyan la brecha entre las formas de pensamiento de la vida corriente y de la ciencia. Uno de los objetivos centrales de la educación científica es que los estudiantes desarrollen procedimientos y habilidades como las que emplean los científicos al realizar su trabajo. Los alumnos deben aprender acerca de la naturaleza de la ciencia como actividad intelectual que incluye generación y desarrollo de cuerpos de conocimiento. No solo "qué" conoce la ciencia sino también "cómo" la ciencia conoce (Reif y Larkin, 1991; citado en Guisasola, Ceberio y Zubimeadi, 2003).

La investigación científica es un proceso compuesto por instancias, fases y momentos. No existe un método universalmente aplicable, pero una revisión más detallada sobre estudios acerca de cómo trabajan los científicos nos revela que existe una serie de características de la metodología científica que son facetas inherentes a ella, aunque no constituyen pasos rígidos (Guisasola, Ceberio y Zubimendi, 2003). Una de estas facetas es la formulación de hipótesis, la cual se considera una respuesta tentativa a la pregunta planteada como eje de la investigación (Carli, 2008). Pese a su importancia, es un proceso que con frecuencia es pasado por alto en la escuela. En ella ha dominado la enseñanza del modelo hipotético-deductivo de investigación, el cual consiste en realizar observaciones, formular hipótesis, deducir consecuencias de las mismas, hacer pruebas y aceptar o rechazar las hipótesis basadas en la observación. Este método se focaliza en la experimentación y validación de la hipótesis mediante los resultados experimentales, por lo que no se presta demasiada atención al proceso de formulación (Oh, 2010).

Como es de esperar ante esta situación, diversos estudios muestran que los estudiantes tienen dificultades en comprender la naturaleza de la investigación científica y en el uso de habilidades de investigación, incluyendo la formulación de hipótesis. Guisasola, Ceberio y Zubimendi (2003), trabajaron con estudiantes universitarios de primer año de ingeniería, y encontraron que, al enfrentarse a problemas de física, formulan hipótesis basadas en su interpretación subjetiva de los datos, en lugar de apoyarse en teorías sólidas. Este caso ilustra la importancia de desarrollar la habilidad de formular hipótesis durante la escuela secundaria.

Resulta lógico incluir en esta propuesta una herramienta tecnológica, considerando que las TIC son un excelente soporte para desarrollar o favorecer la comprensión, ya que posibilitan la transferencia y permiten reconocer el uso de conceptos, ideas, principios y sus relaciones. A su vez, ayudan al intercambio de preguntas y a la búsqueda de respuestas conjuntas. Otras de sus ventajas es que vuelven más atractivo el proceso de enseñanza, sobre todo si se unen a contenidos desafiantes que despierten el interés de los alumnos (Litwin, 2005). La utilización de videojuegos comerciales, por ejemplo, conlleva muchas ventajas para la facilitación del aprendizaje en alumnos y profesores. Su ventaja principal

es la motivación que produce en los alumnos, según Pilar Lacasa “los videojuegos permiten pensar y reflexionar apasionadamente (...) no suelen dejar indiferente a nadie” (2011). Acercar los videojuegos (en adelante VJ) a la escuela podría ser una forma de promover una actitud activa frente a la construcción del conocimiento, en la que los alumnos tienen la oportunidad de realizar sus propias interpretaciones y representaciones mentales.

Sin embargo, su utilización en la escuela no garantiza el aprendizaje, es necesario diseñar actividades que acompañen la utilización de este recurso y lo llenen de sentido. Con respecto a esto, Pilar Lacasa (2011) retoma ideas de otros autores quienes explican la existencia de tres modelos de enseñanza y aprendizaje asociados a diferentes teorías del desarrollo, y las reinterpreta a partir de la utilización de videojuegos. En función de ello, propone la siguiente clasificación: modelo centrado en el adulto, modelo centrado en el niño y comunidad de aprendices. En base a estos modelos, seleccionamos para nuestro posicionamiento epistemológico respecto a la enseñanza, el modelo “comunidad de aprendices” como sustento desde el cual se implementó la innovación. Este modelo comparte ideas con el modelo constructivista de enseñanza y los modelos interpretativo y crítico de investigación. Se caracteriza por el hecho de que el alumno tiene un papel activo en la utilización del juego, y el adulto tiene un papel de soporte y facilitador de los procesos de meta-reflexión a partir del juego, la evaluación es formativa, el rol de niños y adultos es diferente pero complementario, no hay una unidireccionalidad en el proceso de enseñanza aprendizaje, sino que niños y adultos establecen una relación de intercambio y aprenden juntos a partir del juego. Y, por lo contrario a lo que se piensa, la utilización de VJ favorece el aprendizaje social (Lacasa, 2011).

Consideramos que la enseñanza en la escuela debe estar más enfocada en adaptarse a los intereses y capacidades de los alumnos, que en mantener las comodidades de las prácticas docentes más arraigadas. La elección del diseño de una innovación para el aprendizaje de la construcción de hipótesis basado en la utilización del VJ “Waking Mars”, tiene como fundamento principal el deseo de romper con las estructuras clásicas de educación, pensando especialmente en el aprovechamiento de la energía de los estudiantes, quienes suelen mostrar poco entusiasmo ante la tarea escolar habitual y que tienen un potencial a desplegar (Lacasa, 2011). Quizás una de las causas de la falta de entusiasmo de ellos es la ausencia de contextualización con sus situaciones de vida, de acercamiento a aquello que les guste y de proporcionar sentido a todo aquello que aprenden en la escuela.

El sujeto, no solo es capaz de unir conocimientos más o menos dispersos, sino que también es capaz de utilizarlos en la solución de problemas, sean estos problemas conocidos o novedosos (tal como el VJ, que representa una experiencia novedosa y sorpresiva para alumnos); un VJ al ser dinámico e incierto le ofrece al usuario la oportunidad de tomar decisiones dentro de las propias reglas que este posea (Lacasa, 2011).

Para finalizar, resulta importante fundamentar las razones que llevaron a la selección del VJ que se utiliza en este estudio. “Waking Mars” es un juego de aventura y exploración en el que un astronauta (Liang) navega a través de cuevas subterráneas del planeta Marte. Allí encuentra una gran cantidad de formas de vida que operan como un ecosistema y aprende cómo reproducirlas, así como los efectos que estos organismos tienen sobre el

ambiente. Así, el juego nos presenta un ecosistema prístino cuyo desarrollo, para bien o para mal, depende de las acciones que los jugadores, a través del personaje del astronauta, lleven a cabo. Liang se plantea en diversos momentos las consecuencias que tendrán sus actos, y va tomando decisiones a fin de avanzar en el juego y cumplir con su misión, que es encontrar a OCTO, un robot de reconocimiento que se ha extraviado. Este contexto permite incluir la Educación Ambiental en la propuesta didáctica una temática transversal en el currículo de Biología; así como analizar las situaciones planteadas desde diferentes perspectivas, es decir desde miradas vinculadas a lo ambiental, al desarrollo y a lo social.

Desarrollo

a. Metodología

Se desarrolló una innovación didáctica con el objetivo de examinar los potenciales usos del VJ "Waking Mars" para promover en los alumnos procesos de producción de hipótesis, en el marco de la Educación Ambiental. Para ello, se trabajó con alumnos de Sexto Año del Ciclo Orientado (Ciencias Naturales) de un colegio de la ciudad de Córdoba (Argentina), en el marco de la materia "Ambiente, desarrollo y sociedad". El diseño de los instrumentos utilizados durante la investigación fue consensuado con las docentes a cargo del curso, quienes desarrollaron la innovación.

Para evaluar si la innovación desarrollada cumplió el objetivo de actuar como facilitador en la elaboración de hipótesis, se distribuyó un Pre-Test y un Post-Test al grupo de estudiantes. Estos cuestionarios también permitieron analizar la relación de los alumnos con los VJ, determinar si la misma se vio transformada por causa de la innovación y observar si las y los estudiantes perciben, o no, a los VJ como medios que además de entretener promueven aprendizajes.

La metodología utilizada fue pensada en base al paradigma interpretativo de investigación en educación, analizando una muestra pequeña, planteando actividades abiertas en base al VJ y recurriendo a técnicas de análisis (sujetas a modificación luego de la toma de datos) principalmente cualitativas mediante la descripción escrita de la situación de clase durante el desarrollo del proyecto y el establecimiento de categorías o niveles de formulación de hipótesis. Para ello, se elaboró una grilla de análisis, cuyas categorías se construyeron principalmente a partir de una adaptación de aquellas aportadas por Tomkins, Tunnicliffe y Dale (2001). También se utilizaron técnicas cuantitativas para contrastar los niveles de formulación de hipótesis alcanzados por los alumnos en distintos momentos del proceso de desarrollo de la innovación. Para las categorías "Respaldo teórico" (en adelante RT) y "Respaldo empírico" (en adelante RE) se confeccionaron, a modo de indicadores, listas de contenidos teóricos y empíricos particulares para cada actividad. Cada contenido se encontró asociado a un puntaje, y la sumatoria de dichos puntajes determina si el respaldo teórico o empírico es nulo, bajo, medio o alto. Además, se recurrió a técnicas cuantitativas para incluir en el análisis el impacto de algunas variables como por ejemplo, la experiencia previa de los alumnos con VJ. Para ilustrar el análisis de las hipótesis creadas por las y los estudiantes, se presenta a continuación la tabla de clasificación de las mismas

según el RT y RE. El puntaje máximo asignado para cada caso (3 puntos) resulta de la suma de la cantidad de ítems incluidos. Si bien la tabla se utilizó en todas las actividades, en este ejemplo particular los indicadores corresponden a una actividad desarrollada en el Post-Test referida a una situación ficticia que plantea que el ganado de un pueblo comienza a padecer una alta tasa de enfermedades gastrointestinales que conllevan su muerte, situación que luego comienzan a vivir vecinos de otras localidades. Se expone a continuación que en las inmediaciones de la laguna que abastece de agua a los campos y pueblos de la zona se encuentra emplazado el basural del pueblo.

Indicadores de respaldo teórico

- a. Contaminación del agua por la cercanía del basural a la laguna. (1 punto)
- b. Las enfermedades se producen porque los animales (y/o personas) beben el agua contaminada. (1 punto)
- c. Puede haber distintos tipos de contaminantes como microorganismos, líquidos percolados, etc. (1 punto)

Indicadores de respaldo empírico

- a. La mortalidad de ganado es anormal. (1 punto)
- b. El basural se encuentra demasiado cerca de la laguna. (1 punto)
- c. La laguna es la principal fuente de agua de los campos de la región y de los pueblos vecinos. (1 punto)

Puntos	Clasificación
0	NULO
1	BAJO
2	MEDIO
3	ALTO

Tabla 1: Guía para la clasificación del nivel de RT y RE de las hipótesis.

Resultados y discusión

Con respecto a las prácticas cotidianas en videojuegos de los alumnos, los resultados del Pre-Test indican que el 64% de los alumnos son usuarios de los mismos en su vida diaria. Dentro de este grupo, la mayoría (57%) dedican a esta actividad menos de 10 horas semanales. Su plataforma de preferencia es el teléfono celular, que utilizan para jugar juegos del género "casuales" (como Minion Rush, Candy Crush, entre otros). El resto de los alumnos que juegan (43%) le dedican más tiempo y, además del celular o tablet, usan computadoras o Play Station. Los juegos de preferencia de éstos últimos son los de deportes.

En cuanto a la perspectiva de los alumnos acerca de los VJ en la educación, la mayoría (68%), manifestó en el Pre-Test que no consideran que éstos les permitan realizar algún tipo de aprendizaje, o usar conocimientos aprendidos en la escuela. El 18% opinó

que sí se puede aprender o utilizar conocimiento al jugar. Sin embargo, cuando se les requirió un ejemplo, solo una estudiante pudo hacerlo, indicando que algunos videojuegos proveen consejos de supervivencia, y enseñan a socializar y compartir.

Luego de la experiencia propuesta, el 70% del grupo de estudiantes considera que los VJ pueden resultar de utilidad para realizar aprendizajes y/o utilizar conocimientos aprendidos en ámbitos formales; y el 65% pudo dar ejemplos, entre los que se incluyen saberes puntuales (30%, ej: "concepto de biomasa"), saberes generales (25%, ej: "cosas de la escuela"), procesos (5%, ej: "razonar") e inglés (5%). Resulta de gran importancia que manifiesten estos ejemplos propios, porque demuestran así que no brindan la respuesta que creen que se espera, o la "socialmente aceptada". Frente a contenidos actitudinales, el 75 % manifestó que el uso de VJ le había permitido identificar, el 60% relacionar, el 45% recordar, el 40% divertirse, el 35% interactuar y el 25% comparar (esta pregunta era de opción múltiple y permitía seleccionar más de una opción).

Con relación a la progresión en la elaboración de hipótesis, en el Pre-Test se observó que todos los alumnos y alumnas pudieron construir hipótesis en respuesta al problema planteado. Según los niveles establecidos para el análisis, el RT utilizado por los y las estudiantes en más de la mitad de las respuestas fue bajo (57%). El 26% no presentó ningún RT (nulo) y el 17% tuvieron un RT medio, siendo éste el valor más alto al que se llegó. Los resultados obtenidos respecto al RE fueron similares a lo observado con el RT: ninguna respuesta tuvo un respaldo alto, mientras que la mayoría presentaron un respaldo bajo (57%) o nulo (26%), y unos pocos llegaron a una clasificación media (17%). Estos resultados se ilustran en la Figura 2.a. En ambos casos los indicadores más utilizados fueron aquellos que resultaban más intuitivos. Consideramos que en la actividad los alumnos y alumnas presentaron dificultades para acceder a sus conocimientos previos y/o expresarlos dentro del escrito de la hipótesis; además de no poder incluir en sus

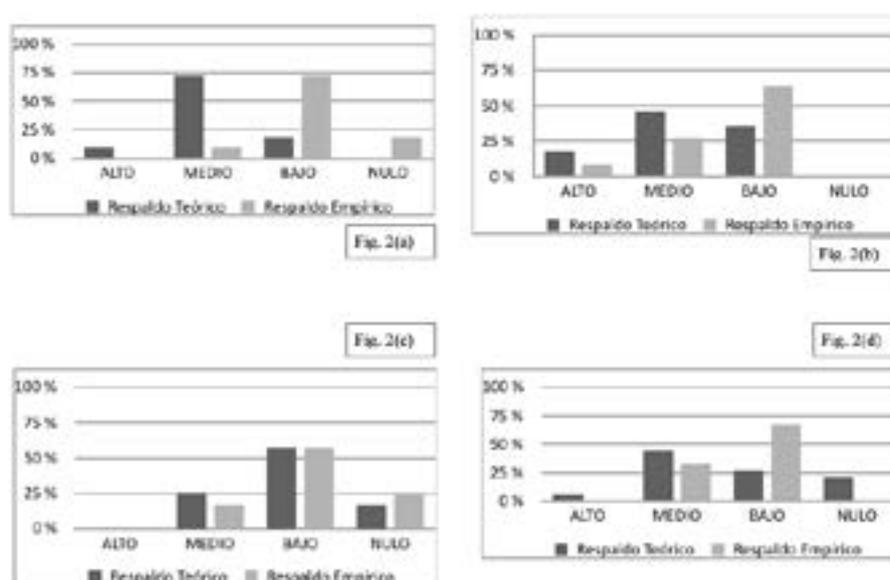


Figura 2: RT y RE presentes en las hipótesis correspondientes al Pre-Test (a); Actividad 2 (b); Actividad 3 (c); y Post-Test (d), respectivamente.

Análisis sobre el problema los datos clave brindados por el mismo, ya sea por no reconocerlos en el texto o por no considerar que fuera importante transcribirlos en sus respuestas. Estas habilidades se trabajan en el marco de la materia "Metodología de la investigación", que cursaron el año anterior. El bajo rendimiento en esta actividad respaldaría lo expresado por Oh (2010), quien indica que en la escuela no es considerado seriamente el proceso de formulación de hipótesis.

Durante la experiencia, en la segunda actividad, todos los alumnos y alumnas pudieron elaborar una respuesta a la situación planteada. Según los niveles establecidos de acuerdo al RT utilizado por los y las estudiantes en sus respuestas, se observó un notable incremento de la teoría utilizada con respecto a las hipótesis construidas en el pre-test. Un 18% de las respuestas tuvieron un RT alto, un 46% uno medio y un 36% uno bajo. No hubo respuestas sin RT. Por otro lado, referido al RE, también se observó un incremento respecto de los valores obtenidos en el pre-test; un 9% de las hipótesis entraron dentro del nivel alto, un 27 % en el medio y un 64 % en el nivel bajo. No hubo respuestas sin RE. Estos resultados se ilustran en la Figura 2.b.

En la tercera actividad todos los alumnos y alumnas pudieron elaborar una hipótesis como respuesta a la situación planteada. Según los niveles establecidos de acuerdo al RT utilizado por los y las estudiantes en sus respuestas, se observó un incremento de la teoría utilizada con respecto a las hipótesis construidas del Pre-Test. Un 9% de las respuestas presentaron un RT alto, un 73% un RT medio y un 18% un RT bajo, no hubo respuestas sin RT. Por otro lado, referido al RE, se mantuvieron valores similares a los obtenidos en el Pre-Test, con valores levemente inferiores de nivel medio (9%) y nulo (18%), y moderadamente superiores de nivel bajo (73%) en comparación con los valores del Pre-Test. Estos resultados se ilustran en la Figura 2.c.

Luego de la experiencia, en el Post-Test, el 90% del total de estudiantes fue capaz de formular hipótesis y el 10% restante escribió una opinión sobre la situación ambiental general (sin contextualizar un lugar determinado) y cómo la resolvería, sin responder a la pregunta del problema. El 44% de las producciones tuvo un RT medio, el 28% bajo, el 22% nulo y el 6% alto. Se observa aquí un marcado avance con respecto al Pre-Test, donde la mayoría obtuvieron una clasificación de bajo o nulo. Consideramos que en esta actividad pudieron movilizar más conocimientos previos, tal vez porque la temática les resultara más conocida (aunque el problema en particular no fuera real); o porque la experiencia les sirvió para hilvanar explicaciones potenciales más completas. Con respecto al RE, no hubo hipótesis donde fuera alto, pero tampoco hubo ninguna donde fuera nulo. En el 67% de los casos fue bajo, y en el 33%, medio. En este caso el avance más importante es que todos los alumnos y alumnas coincidieron en uno de los indicadores en sus hipótesis. Sin embargo, el resto de los datos claves presentados en el texto fueron retomados por un bajo porcentaje de los y las estudiantes (alrededor del 17%). Los resultados correspondientes se ilustran en la Figura 2.d.

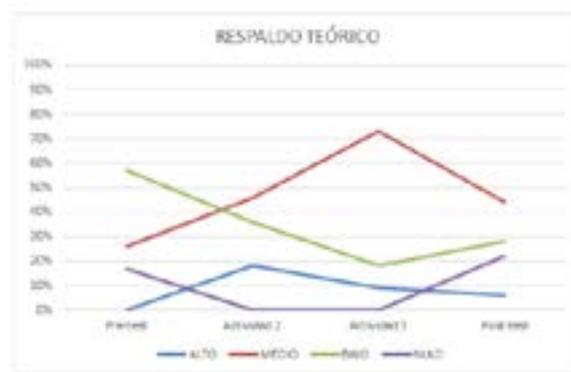


Fig. 3.a: Comparación del RT entre las actividades.



Fig. 3.b: Comparación del RE entre las actividades.

Estos avances luego de pasar por una actividad guiada indican que, efectivamente, “la enseñanza debería ayudar a los estudiantes a pasar de emitir suposiciones espontáneas a explicitar hipótesis que posean consistencia lógica con la teoría, que puedan ser contrastadas con la evidencia y que tengan un poder explicativo superior a otras predicciones” (Guisasola, Ceberio y Zubimendi, 2003). La Figura 3 muestra una comparación entre el RT y RE utilizados por los alumnos y alumnas en las hipótesis elaboradas.

Cuando se comparan los porcentajes de RT y RE para cada una de las actividades de elaboración de hipótesis llevadas a cabo por los alumnos se observa que la parte que más problemática presenta es la de identificar y utilizar los RE. Esto podría indicar que los alumnos tienden a plantear hipótesis sin detenerse a considerar qué aspectos de la problemática son los que apoyan sus explicaciones. Si bien éstas fueron en general coherentes y acertadas, es importante que los estudiantes puedan argumentar por qué realizan una afirmación y no otra.

Conclusiones

La evaluación de los potenciales usos del VJ “Waking Mars” para promover procesos de producción de hipótesis arrojó resultados positivos, pues, en términos generales, los alumnos presentaron un mayor uso de RT y RE en el post-test que en el pre-test. Referido al RT, desarrollaron una progresiva utilización de teoría en sus respuestas, aunque las mismas en general, desde el pre-test hasta el post-test, estuvieron incompletas. Si bien

se puede observar que movilizan contenido teórico para responder, no lo reflejan de manera completa en sus hipótesis. Observamos también que los contenidos ambientales, ecológicos, éticos y epistemológicos necesarios para abordar la temática de los problemas planteados en las actividades centrales no estaban muy desarrollados en los alumnos. Por otro lado, presentaron dificultades para identificar y utilizar los datos brindados por los problemas, es decir el RE; sin embargo luego de la experiencia, incrementaron su uso.

En relación a las prácticas que tienen los estudiantes en su vida cotidiana con los VJ, identificamos que en general coinciden con las estudiadas en investigaciones de otros autores. Se considera que el hecho de que los VJ sean parte de la vida cotidiana de los alumnos contribuyó a que no presentaran dificultades en el manejo del mismo. La experiencia permitió ampliar su percepción del uso de VJ en un contexto educativo. Los y las estudiantes expresaron que la actividad les permitió mayormente identificar, relacionar, recordar y divertirse. Además, pudieron explicitar aprendizajes que un VJ permitiría alcanzar.

Con respecto al rol del VJ en el proceso de elaboración de hipótesis se puede decir principalmente que constituye una gran fuente de datos. Esto permite que las y los estudiantes elaboren un abanico de hipótesis, de acuerdo a los datos que cada uno recupere y tome en consideración, lo que enriquece el intercambio entre pares. Como se esperaba, en base a lo trabajado por Lacasa (2011) y mencionado anteriormente, el juego resultó ser un elemento motivador y desafiante. Se observó durante el transcurso de las actividades que el grupo de estudiantes se mostró muy entusiasmado con el VJ. En síntesis, se considera que funcionó como un facilitador del proceso de producción de hipótesis.

“Waking Mars” se presta para elaborar múltiples innovaciones didácticas con diferentes temáticas que pueden ser puestas a prueba en estudios posteriores, ya que tiene muchas características de índole biológica y ambiental. Se recomienda ajustar el diseño didáctico de los problemas planteados según los objetivos particulares que persiga cada docente. También es importante que se validen todos los instrumentos que van a utilizarse.

a. Recomendaciones Didácticas

Es importante que el docente que desee emular esta innovación comprenda que para que la actividad resulte de provecho debe estar muy guiada o supervisada. De lo contrario, los alumnos avanzan en el juego movidos por la curiosidad y no se mantienen atentos a los detalles que los ayudarán a plantear las hipótesis. Además, sería beneficioso poder ejecutar el proyecto inmediatamente después de que los mismos hayan trabajado el contenido teórico correspondiente a la formulación de hipótesis. Con respecto a las variables a tener en cuenta que pudieran influir en los resultados, consideramos que las que realmente afectaron las respuestas fueron: el idioma del juego, la disponibilidad de computadoras y la cantidad de personas por grupo de trabajo.

Referencias Bibliográficas

- Carli, A. (2008). La ciencia como herramienta. Buenos Aires: Biblos.
- Guisasola, J.; Ceberio, M. y Zubimendi J.L. (2003). El papel científico de las hipótesis y los razonamientos de los estudiantes universitarios en resolución de problemas de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(3):211-229.
- Lacasa, P. (2011). Los videojuegos. Aprender en mundos reales y virtuales. Madrid: Morata.
- Litwin, E. (2005). De caminos, puentes y atajos: el lugar de la tecnología en la enseñanza. Conferencia inaugural del II Congreso Iberoamericano de Educared "Educación y Nuevas Tecnologías". Buenos Aires, Argentina.
- Oh, P.S. (2010). How can Teachers Help Students Formulate Scientific Hypotheses? Some Strategies Found in Abductive Inquiry Activities of Earth Science. *International Journal of Science Education*, 32(4):541-560.
- Tomkins, S.P. y Tunnicliffe, S.D. (2001). Looking for ideas: observation, interpretation and hypothesis-making by 12-year-old pupils undertaking science investigation. *International Journal of Science Education*, 23(8):791-813.