

Simulación multimedia interactiva para el logro del aprendizaje procedimental del manejo del microscopio

Carmen Eugenia Piña López. Ed. D.¹
Anymir Orellana. Ed. D.²

Resumen

Se llevó a cabo una investigación para comparar la efectividad de dos estrategias instruccionales para el logro del aprendizaje procedimental: una basada en el uso de una secuencia instruccional siguiendo cinco principios de aprendizaje de Merrill, y la otra, basada en el uso de secuencias autónomas. Adicionalmente, se determinó la manera como los estudiantes interactúan con las actividades de instrucción en relación con su estilo preferencial de aprendizaje. Se utilizó un diseño experimental entre dos grupos, con postprueba únicamente con estudiantes en una universidad de educación a distancia. Los resultados mostraron que la secuencia de aprendizaje basada en los principios de aprendizaje de Merrill fue más efectiva para el logro del aprendizaje procedimental en la dimensión conocimiento declarativo y en el indicador tiempo de aprendizaje, aunque no mostró efecto significativo sobre el indicador precisión en la destreza técnica. No hubo diferencia estadística entre los estilos de aprendizaje y la dedicación de tiempo a la actividad preferencial de aprendizaje, pero sí hubo tendencias diferentes en la selección de actividades de instrucción. Los resultados mostraron que la simulación multimedia utilizada se adaptó a los cuatro estilos de aprendizaje.

Palabras clave: Simulación, aprendizaje experiencial, aprendizaje multimedia, estilos cognitivos, material multimedia.

1 Docente-Directora nacional del curso de biología. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, Colombia. Email: carmen.pina@unad.edu.co.

2 Docente-Tecnología Instrucciona y Educación a Distancia. Nova Southeastern University, Estados Unidos. Email: orellana@nova.edu.

Interactive multimedia simulation to succeed in learning microscope use procedures

Abstract

The purpose of this study was to compare the effectiveness of two instructional strategies to get procedural knowledge: one based on Merrill's learning principles, and the other based on independent instructional sequences. Additionally, the way students interact with instructional activities regarding their preferred learning style was determined. An experimental design between two groups was used, applying a post-test only among students from a distance learning college. Findings showed the instructional sequence based on Merrill's learning principles was more effective in achieving procedural learning in its declarative knowledge dimension and in the time of learning indicator, but showed no significant effect on accuracy in the skill technique indicator. There was no statistical difference between learning styles and time commitment to the preferential learning activity, but there were different trends in the selection of instructional activities. Findings showed that the multimedia simulation used was adapted to the four learning styles.

Keywords: Simulation, experiential learning, multimedia instruction, cognitive style, multimedia materials.

Recibido: 21 Enero de 2011

Aceptado: 3 Junio de 2011

Introducción

El problema centrado en la búsqueda de estrategias de instrucción efectivas para el aprendizaje procedimental a distancia es un problema de naturaleza aplicada y surgió en la universidad donde se llevó a cabo este estudio, a partir de los datos estadísticos del año 2010 de la Oficina de Registro y Control Académico (Universidad Nacional Abierta y a Distancia [UNAD], 2010). Los datos mostraron que el 37% de los estudiantes virtuales del curso de biología, por razones geográficas, económicas, de discapacidad o de otra índole no pudieron asistir a las prácticas de laboratorio tradicional para realizar el aprendizaje procedimental de manejo del microscopio óptico, problema que afecta su avance académico.

La literatura muestra que las simulaciones representan una alternativa instruccional efectiva para el aprendizaje procedimental (Hardy, 2008). Adicionalmente, facilitan y disminuyen el costo de la logística académica en relación con tiempo, infraestructura y seguridad para los estudiantes (Slabicki, 2007).

Un antecedente importante en el aprendizaje procedimental es la implementación de la microscopía virtual para exámenes de certificación profesional en patología médica (Weinstein, 2005). Hacia el año 2000 entró en progresivo desuso la microscopía tradicional en la educación médica y se fortaleció la microscopía virtual mediante simuladores; según las encuestas, el 50% de los cursos de patología ya tienen o esperan tener microscopía digital (Dee, 2009).

Davidson (2000) señaló la necesidad por parte de los instructores de utilizar las estrategias de instrucción que se articulen mejor a los estilos de aprendizaje para alcanzar mejores resultados. Davidson (2000) y White y Sivitanidés (2002) reportaron el logro de mejores resultados de aprendizaje procedimental cuando se adecúa la estrategia de instrucción a los estilos preferenciales de aprendizaje de los estudiantes.

Dada la importancia y la necesidad de entender cómo utilizar efectivamente las simulaciones interactivas para el logro del aprendizaje procedimental del manejo del microscopio en ambientes virtuales, considerando los estilos de aprendizaje, se planteó el propósito de la investigación como de carácter dual: a) determinar la efectividad de dos estrategias de instrucción para aprendizaje procedimental a distancia en campus virtual, con la finalidad de suministrar una experiencia equivalente de aprendizaje respecto al laboratorio tradicional, y b) determinar cómo interactúan los estudiantes con las actividades de instrucción en relación con su estilo preferencial de aprendizaje para el logro del aprendizaje procedimental.

Como marco teórico en este estudio se utilizaron cinco principios de aprendizaje de Merrill (centralización en una tarea, activación de conocimientos previos, demostración del procedimiento, aplicación mediante ejercitación e integración del conocimiento y de la habilidad adquirida a la vida real o cotidiana del estudiante). Este conjunto de actividades de instrucción se denomina también ciclo de aprendizaje (Merrill, 2007). Como referencia a las preguntas de investigación se tomaron las hipótesis planteadas por Merrill (2007): a) el aprendizaje a partir de un programa instruccional se facilitará en proporción directa a la implementación de los primeros principios de instrucción, y b) el aprendizaje a partir de un programa instruccional se favorecerá en proporción directa al grado en que los primeros principios se utilicen en la secuencia exacta, en lugar de ser implementados al azar. Adicionalmente, la teoría multimedia de Mayer (2010) orientó el diseño instruccional de la simulación multimedia interactiva utilizada en esta investigación.

En microscopía, la estrategia instruccional basada en simulación multimedia interactiva representa para los estudiantes a distancia, específicamente, una experiencia de aprendizaje equivalente al aprendizaje tradicional en el laboratorio, según la teoría de equivalencia de Simonson, Smaldino, Albright, y Zvacek (2006).

Se espera que los hallazgos de la investigación contribuyan a los avances investigativos sobre la efectividad del uso de los simuladores como estrategia instruccional para el logro del aprendizaje procedimental en estudiantes a distancia que, a su vez, aporten a una educación más incluyente en relación con su cobertura a estudiantes marginados de la posibilidad de continuar sus estudios superiores por barreras geográficas o socioeconómicas.

Metodología

Para lograr el propósito dual del estudio se plantearon dos preguntas: ¿Existe diferencia significativa en el logro del aprendizaje procedimental del manejo del microscopio con simulación multimedia entre el grupo que utiliza una estrategia de instrucción que sigue la secuencia de los primeros principios de aprendizaje de Merrill (2007) y el grupo que sigue una secuencia autónoma? ¿Existe diferencia significativa en la forma como los estudiantes interactúan con las actividades de instrucción entre los distintos estilos de aprendizaje?

Para responder a las preguntas se llevó a cabo un experimento de comparación entre dos grupos de manera aleatoria con postprueba únicamente. El ambiente instruccional del experimento correspondió a una simulación multimedia que permitió al participante interactuar con un microscopio virtual compuesto de módulos de navegación basados en los cinco principios de instrucción de Merrill (2007) para lograr el aprendizaje procedimental con una comprensión simultánea de conceptos y principios de microscopía óptica.

La variable independiente fue la estrategia de instrucción con dos niveles: El Grupo A, al que se le aplicó la secuencia de los primeros principios de instrucción de Merrill en las actividades de instrucción para el aprendizaje procedimental de manejo del microscopio; y Grupo B, que hizo una exploración y selección autónoma de las actividades de instrucción para el aprendizaje procedimental de manejo del microscopio.

La variable dependiente fue el aprendizaje procedimental con dos dimensiones: conocimiento declarativo sobre microscopía, y destreza técnica de manejo del microscopio. Se plantearon dos indicadores: la precisión en la ejecución de los pasos procedimentales y el tiempo invertido en la ejecución del procedimiento.

Procedimiento. La Figura 1 muestra el procedimiento de investigación:



Figura 1. El Procedimiento de la investigación

Figura 1. El procedimiento de investigación

1. Asignación aleatoria de los participantes. Al inicio de la sesión experimental mediante extracción aleatoria de fichas alfanuméricas se realizó la asignación de los 80 participantes del curso de biología a los grupos de tratamiento. El código alfabético de cada ficha fue A o B e indicó el grupo de tratamiento, mientras el código numérico de 1 a 40 por cada código alfabético identificó al estudiante dentro de un grupo y en un computador específico, manteniendo su anonimato para el proceso de recolección de datos. El código numérico fue utilizado por el participante cada vez que respondía a un instrumento. Todas las interacciones del estudiante durante el experimento fueron registradas mediante pantallas capturadas con el *software* Topviewsoft de uso libre y previamente instalado en cada computador. El *software* Topviewsoft está disponible para su descarga en el sitio <http://www.topviewsoft.com/free-screen-video-capture.html>.

2. Administración del cuestionario CHAEA. Para determinar el estilo de aprendizaje, los estudiantes procedieron a responder el cuestionario CHAEA de Alonso y Gallego (2008). La administración de este instrumento se hizo en línea desde la dirección <http://www.estilosdeaprendizaje.es/chaea/chaea.htm>. El tiempo de duración fue de 15 minutos. El resultado del estilo preferencial de aprendizaje se generó automáticamente. La preferencia del participante se determinó con un baremo construido con los datos de la población participante siguiendo el modelo de Alonso, Gallego y Honey (1999).

3. Aplicación de los tratamientos. El tiempo de aplicación de las estrategias instruccionales fue de 45 minutos y se realizó en el siguiente orden: a) el participante leyó la guía de instrucción impresa correspondiente a su grupo e inició la interacción con la simulación. La guía del grupo A entregó instrucciones obligatorias sobre el uso de la secuencia de los primeros principios de instrucción de Merrill, accesible mediante botones de navegación del menú de la simulación multimedia. La guía del Grupo B señaló la autonomía de los participantes para explorar y seleccionar a través del menú de la simulación las actividades de instrucción para el aprendizaje procedimental de manejo del microscopio. El *software* Topviewsoft generó un video donde quedaron

registradas todas las acciones que el participante realizó, la secuencia de actividades de instrucción seguidas, el tiempo que los participantes invirtieron en cada una de las actividades y el número de aciertos en el manejo simulado del microscopio. Al terminar la interacción con la simulación, cada estudiante guardó la grabación del video con el código alfanumérico confidencial. Este proceso fue supervisado por los docentes administradores del experimento con el fin de garantizar la grabación del proceso para la recolección de la data.

4. Administración de la postprueba. Esta se aplicó a los dos grupos en medio impreso inmediatamente después de la interacción del participante con las actividades de la estrategia instruccional, con el fin de medir el conocimiento declarativo. El tiempo para responder la postprueba fue de 30 minutos. El participante respondió el cuestionario de la postprueba de manera anónima, identificando su postprueba con el código alfanumérico confidencial que extrajo aleatoriamente cuando ingresó al lugar del experimento. La identificación de la postprueba con el código permitió confrontar los resultados del aprendizaje declarativo con los resultados de la destreza técnica y del cuestionario de estilo de aprendizaje identificados con el mismo código.

Al finalizar el experimento, los docentes responsables de la administración de los instrumentos transfirieron los resultados del cuestionario a una hoja de cálculo de Excel para ingreso al paquete estadístico SPSS 17 destinado a su posterior análisis estadístico.

5. Análisis de los datos. Los datos resultantes de la aplicación de los instrumentos se analizaron con estadística descriptiva y paramétrica. Para el análisis estadístico se utilizó una versión trial del paquete estadístico SPSS 17, fabricado por IBM en Estados Unidos. El análisis de datos se realizó con un nivel de significancia de valor $p < 0.05$. El primer paso en el análisis de datos utilizó estadística descriptiva para determinar las frecuencias y el porcentaje de estudiantes que contestaron los instrumentos. En cada grupo se calculó la frecuencia y el porcentaje de participantes del género masculino y femenino. Igualmente se calculó la media, la mediana, la moda, la desviación estándar y los límites mínimo y máximo en cuanto a la edad de los participantes. En relación con los estilos de aprendizaje, se calculó para cada grupo la frecuencia y el porcentaje de cada uno de los cuatro estilos. El segundo paso fue el análisis de datos con estadística inferencial para cada una de las preguntas.

Para responder la primera pregunta, ¿Existe diferencia significativa en el logro del aprendizaje procedimental del manejo del microscopio con simulación multimedia entre el grupo que utiliza una estrategia de instrucción que sigue la secuencia de los cinco principios de aprendizaje de Merrill (2007) y el grupo que sigue una secuencia autónoma?, se utilizó la prueba t de Student de dos colas, que comparó las medias de los puntajes de la postprueba, del número de aciertos y del tiempo invertido en el manejo del microscopio.

Para responder la segunda pregunta, ¿Existe diferencia significativa en la forma como los estudiantes interactúan con las actividades de instrucción entre los distintos estilos de aprendizaje?, se utilizó un análisis de varianza ANOVA de una vía, que puede comparar más de dos grupos y permite identificar si hay diferencia significativa entre las medias de los grupos.

En este estudio, los factores categóricos fueron los estilos de aprendizaje y el tipo de actividad de instrucción. Estos dos factores definieron los grupos cuyas medias fueron comparadas. Los estilos de aprendizaje se denominaron así: A = Activo; R = Reflexivo; T = Teórico y P = Pragmático. Las actividades de instrucción se denominaron: F = Fundamentación; D = Demostración; E = Ejercitación y C= Componentes.

La variable dependiente fue la forma como los estilos de aprendizaje interactuaron con una de las cuatro actividades de instrucción. Los indicadores para esta medición fueron: a) el mayor porcentaje de tiempo extra dedicado a una actividad en relación con las demás actividades, y b) la mayor frecuencia con que los participantes de cada estilo prefirieron seleccionar una de las cuatro actividades de instrucción.

Como el factor denominado actividad de aprendizaje causó efecto estadístico altamente significativo en el tiempo extra de dedicación preferencial, se aplicó post hoc, la prueba de rango múltiple de Duncan. Esta permitió la comparación de las medias de los tratamientos, todos contra todos, de manera que cualquier diferencia existente entre un tratamiento y otro, se verá reflejado en este análisis. Esta prueba utiliza un nivel de significancia variable que depende del número de medias que entran en cada etapa de comparación. La idea es que a medida que el número de medias aumenta, la probabilidad de que se asemejen disminuya.

Resultados

Todos los ochenta participantes culminaron las actividades del experimento. El 80% fueron mujeres y la edad promedio fue de 33 años. Se realizaron las pruebas estadísticas a un nivel de significancia de 0.05. A continuación se presentan y discuten los resultados según las preguntas de investigación.

Pregunta 1 para el indicador conocimiento declarativo

Los resultados de la prueba t para muestras independientes, $t = 2.945$ y $p < 0.05$, de la postprueba sobre conocimiento declarativo, indicaron superior desempeño en el Grupo A, que utilizó la secuencia de Merrill, en comparación con el Grupo B que usó secuencias autónomas. Se comprobaron

las dos hipótesis de Merrill: a) el aprendizaje a partir de un programa instruccional se facilitará en proporción directa a la implementación de los primeros principios de instrucción, y b) el aprendizaje a partir de un programa instruccional se favorecerá en proporción directa al grado en que los primeros principios se utilicen en la secuencia exacta, en lugar de ser implementados al azar. Este resultado se encontró compatible con investigaciones previas de Mampadi, Chen, Ghinea y Chen (2011), quienes encontraron diferencia significativa en el logro del aprendizaje declarativo medido con una postprueba, entre un grupo de estudiantes que utilizó como estrategia instruccional una hipermedia adaptada al estilo de aprendizaje y otro grupo que utilizó una hipermedia sin adaptación al estilo. Este resultado también concuerda con hallazgos de García, Pérez y Talaya (2008) sobre la preferencia estudiantil por métodos direccionados.

El resultado obtenido en este estudio no coincide con los resultados reportados por Davidson (2000), quien no encontró diferencia significativa en el logro del conocimiento declarativo aplicado al manejo de una hoja de cálculo entre dos métodos de enseñanza: una práctica guiada con unos pasos secuenciales específicos y una práctica supervisada con autonomía para navegar libremente.

Un factor que puede explicar esta diferencia de resultados, es que el conocimiento declarativo fue evaluado por Davidson (2000) con una postprueba que se aplicó después de varias semanas de aprendizaje del curso académico, mientras que en esta investigación la adquisición del conocimiento declarativo formó parte de las actividades de instrucción desarrolladas por los participantes en una sola sesión de trabajo y fue evaluada con una postprueba al finalizar la sesión. Queda como recomendación para futuras investigaciones, evaluar la retención del conocimiento declarativo a corto y mediano plazo en procesos de instrucción con actividades de aprendizaje secuenciales y de navegación autónoma.

Pregunta 1 para el indicador aciertos en el manejo del microscopio en la destreza técnica

Al comparar las medias del número de aciertos en el manejo del microscopio se obtuvo $t = 1.602$, $p > 0.05$. No hubo diferencia significativa en la precisión de manejo del microscopio, medida por el número de aciertos. Este resultado es compatible con los hallazgos de Pratt (2000), quien encontró que no hubo diferencia significativa en la precisión durante el manejo de un software. Este hallazgo también coincide con el reportado por Davidson (2000), quien encontró que tanto las prácticas guiadas como la práctica supervisada, produjeron similares resultados de rendimiento de los estudiantes en relación con la habilidad procedimental medida por los pasos realizados con acierto al manejar las hojas de cálculo.

Pregunta 1 para el indicador tiempo de manejo del microscopio en la destreza técnica

Al comparar las medias entre los grupos, se halló diferencia significativa $t = -5.814$, y $p < 0.05$, con menor tiempo invertido en el manejo simulado del microscopio por parte del grupo que utilizó la secuencia de los primeros principios de aprendizaje de Merrill. Es importante destacar que el grupo que siguió la secuencia de aprendizaje de Merrill también obtuvo un promedio en la calificación de la postprueba superior al grupo que seleccionó una secuencia autónoma. Este resultado explicaría la mayor eficiencia en el uso del tiempo, atribuible a que el conocimiento declarativo logrado generó mayor seguridad en la toma de decisiones correspondientes a cada paso y a un menor número de repeticiones requeridas durante la ejecución del procedimiento.

La mayor habilidad procedimental evidenciada por la reducción en el tiempo de manejo del microscopio, es coherente, además, con el hallazgo de Lewis (2008), quien encontró una relación inversa según la cual a menor tiempo en la ejecución procedimental, corresponde mayor precisión en la habilidad procedimental. Otra posible explicación para la mayor destreza técnica obtenida en el Grupo A que gastó menor tiempo de ejecución, se deriva de los hallazgos de Merrill (2007), según los cuales para el logro de la destreza procedimental, los ejemplos trabajados con una secuencia instruccional basada en submetas, optimizan la habilidad del aprendiz debido a que le exigen menor esfuerzo mental. Merrill (2007) encontró este resultado consistente con la teoría de la carga cognitiva.

En síntesis, de los tres componentes que miden el aprendizaje procedimental, la secuencia de Merrill podría ser predictora de mejor desempeño en dos componentes, uno de conocimiento declarativo y otro de destreza técnica referida al tiempo de ejecución, lo cual indicó una mayor capacidad de eficiencia procedimental. En cambio, no es predictora en el número de aciertos durante el procedimiento, que es el segundo aspecto de la destreza técnica. Se sugiere la conveniencia de adoptar la secuencia de Merrill en el diseño instruccional de simulaciones destinadas a apoyar aprendizajes procedimentales.

Pregunta 2 para determinar diferencia en la forma como los estudiantes interactúan con las actividades de instrucción según los distintos estilos de aprendizaje

Los resultados de la prueba estadística ANOVA de una vía, $F = 1.088$, y $p > 0.05$, permitieron concluir que el porcentaje de tiempo extra dedicado a la actividad preferencial de instrucción no presentó diferencia significativa

entre los estilos de aprendizaje. Estos resultados son compatibles con los hallazgos encontrados por Reese y Tabachnik (2010), quienes no encontraron diferencia significativa entre los diversos estilos de jugadores al evaluar el tiempo dedicado al aprendizaje procedimental en juegos por computador con actividades de instrucción. Los investigadores comprobaron que en este tipo de experiencia hubo dos fases de aprendizaje, una primera, de pre-aprendizaje durante la cual el avance de los participantes fue muy lento y diferenciado individualmente porque aún los jugadores no habían llegado al nivel exacto del logro del aprendizaje procedimental. En la segunda fase, de post-aprendizaje, todos los jugadores avanzaron de manera rápida y homogénea hacia la meta procedimental del juego. Estos resultados sugieren que en este estudio el tiempo extra dedicado a la actividad preferencial por los diversos estilos de aprendizaje ocurrió cuando ya los participantes habían logrado el aprendizaje, razón por la cual el uso de tiempo extra no era una necesidad cognitiva fuerte.

De manera Similar, los resultados coinciden con los reportados por Lo y Chan (2008) en una investigación que midió cada cinco minutos la forma como los diversos estilos de aprendizaje navegaron entre páginas web instruccionales. Ellos encontraron que durante los primeros 25 minutos no fue posible detectar diferencias estadísticas en el tiempo extra de dedicación en los contenidos instruccionales. Sin embargo, entre los 26 y 30 minutos hallaron diferencias significativas entre dos estilos de aprendizaje en el tiempo extra de permanencia en los contenidos instruccionales preferenciales, situación que en esta investigación no se presentó debido al que el tiempo requerido para desarrollar cualquier actividad preferencial fue inferior a diez minutos. Por el contrario, en un estudio que investigó la relación de los estilos de aprendizaje dependiente e independiente de campo y su comportamiento durante una actividad instruccional asistida por hipermedia, Liu y Reed (1994) encontraron que los dependientes de campo gastaron más tiempo en la interacción con el curso, accedieron más veces al mismo y observaron más veces los videoclips.

Con el fin de determinar si los valores del porcentaje de tiempo extra dedicado a la actividad preferencial dependían de uno de éstos dos factores: el estilo de aprendizaje o el tipo de actividad y la interacción entre ambos, se realizó un Análisis Univariado ANOVA de dos factores. Los datos evidenciaron que el factor estilo, con los valores $F = 0.914$ y $p > 0.05$, no afectó el tiempo de dedicación preferencial a la actividad. Por el contrario, el factor denominado tipo de actividad de aprendizaje, $F = 5.481$ y valor $p < 0.05$, sí mostró un efecto altamente significativo en el tiempo extra de dedicación preferencial.

Para determinar la relación entre la variable estilo de aprendizaje y el tipo de actividad seleccionada, se elaboró una tabla de contingencia en la cual se cruzaron las variables, estilos de aprendizaje y actividades de instrucción. Los resultados mostraron las siguientes preferencias de selección: para el estilo

activo, la actividad de Ejercitación fue seleccionada como preferencial por el mayor porcentaje de participantes, correspondiente a un 61.1%; para el estilo reflexivo, las actividades Ejercitación y Fundamentación fueron seleccionadas por igual por el 44.4% de los participantes; para el estilo teórico, 41.4% prefirió mayoritariamente la actividad de Fundamentación; así mismo, los participantes del estilo pragmático mostraron preferencia mayoritaria con un 53.3% por la actividad de Ejercitación.

En la Figura 2 se puede visualizar qué actividad alcanzó la máxima preferencia dentro de cada estilo de aprendizaje. Se destaca que el estilo reflexivo no mostró ninguna preferencia por la actividad de Demostración. Igualmente el estilo pragmático no tuvo ninguna preferencia por la actividad Componentes. Se corroboró la Ejercitación como la tendencia preferencial de mayor a menor en las actividades.

Fundamentación, componentes y demostración



Figura 2. Forma de interacción de los participantes con las actividades de instrucción

Al responder la segunda pregunta se encontró adicionalmente una tendencia a seleccionar, preferencialmente, en las actividades de instrucción según el estilo de aprendizaje, la actividad de Ejercitación en los estilos activo y pragmático, mientras que en el estilo teórico predominó la preferencia por la actividad de Fundamentación y en el estilo reflexivo la preferencia fue la actividad de Fundamentación y de Ejercitación. Estos hallazgos coinciden con la caracterización que Alonso, Gallego y Honey (1999) plantearon para cada estilo de aprendizaje determinado con el cuestionario CHAEA: Las personas de estilo activo tienden hacia lo novedoso; los reflexivos revisan cuidadosamente todos los contenidos antes de tomar decisiones, los teóricos se inclinan a

articular o integrar ideas, teorías y sistemas de pensamiento; los pragmáticos buscan aplicaciones útiles y realistas de los nuevos contenidos.

De esta manera, los participantes con estilo activo prefirieron la actividad novedosa de Ejercitación que ofreció la nueva experiencia de manejo simulado del microscopio. Los participantes de estilo pragmático también prefirieron la Ejercitación, que es una forma de comprobar la funcionalidad o la efectividad real de la aplicación de simulación. Los participantes del estilo teórico escogieron la actividad de Fundamentación, que es precisamente la base instruccional que aporta una integración teórica de los principios de la microscopía que explican o sustentan los pasos requeridos al manejar un microscopio desde el punto de vista de las leyes físicas de la óptica. En cambio, los estudiantes con estilo reflexivo se dedicaron por igual a las actividades de Fundamentación y de Ejercitación, es decir, revisaron cuidadosamente tanto lo teórico como lo práctico para asegurar su aprendizaje.

El hallazgo en esta investigación sobre las tendencias a una actividad según el estilo de aprendizaje, es consistente con estudios previos como los de Lo y Chan (2008), cuyos resultados de investigación mostraron que había diferencia significativa en el comportamiento selectivo de navegación entre aprendices con diferentes estilos cognitivos, y que los aprendices de cada estilo tenían una preferencia personal por determinados componentes instruccionales.

Conclusiones

En el marco del propósito dual de la investigación, los resultados indicaron: a) La secuencia de Merrill (2007) favoreció el aprendizaje procedimental; b) la simulación multimedia utilizada se adaptó a los cuatro estilos de aprendizaje; c) el logro del aprendizaje depende directamente de la estrategia instruccional utilizada; d) mediante la interacción con el simulador, los estudiantes pueden lograr una experiencia equivalente de aprendizaje con relación al aprendizaje de microscopía en laboratorios presenciales; e) el diseño instruccional apoyado en los primeros principios de aprendizaje de Merrill y en la teoría del aprendizaje multimedia de Mayer contribuye efectivamente al aprendizaje.

Estas conclusiones confirman a su vez el planteamiento de Clark (2001) cuando señaló que los medios y sus atributos influyen de manera importante en el costo o en la velocidad del aprendizaje pero que solamente el uso de métodos instruccionales adecuados influirá en el aprendizaje. En este sentido, la simulación multimedia interactiva para el manejo del microscopio óptico es un medio que facilita la gestión educativa, y la estrategia instruccional incorporada es el factor de mejoramiento del aprendizaje.

Una reflexión adicional es que el uso de secuencias instruccionales que el docente y el diseñador instruccional presentan como óptimas para el aprendizaje, se afianzan por lo general en principios validados de aprendizaje en amplios círculos académicos. Por esta razón, en el proyecto se encontró lógico otro resultado aún no comentado: Los estudiantes del grupo experimental que tenían libertad para escoger una secuencia instruccional autónoma o personal, en un porcentaje significativo aunque no preponderante, seleccionaron coincidentalmente la misma secuencia de Merrill. Estos hallazgos parecen indicar que intuitivamente los estudiantes pueden preferir secuencias instruccionales acordes con principios validados de aprendizaje.

Referencias bibliográficas

Alonso, C., Gallego, D. & Honey, P. (1999). *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Ediciones Mensajero.

Alonso, C. & Gallego D. (2008). *Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje* [en línea]. Madrid: Recuperado de: <http://www.estilosdeaprendizaje.es/chaea/chaea.htm>

Clark, R. E. (2001). New directions: Evaluating distance education technologies. En R. E.

Clark (Ed.), *Learning from media: Arguments, analysis and evidence*. (pp. 299-317). Greenwich, CT: Information Age Publishing.

Davidson, C. (2000). *Comparative analysis of teaching methods and learning styles in a high school computer spreadsheet unit*. (Disertación Doctoral, Universidad de Missouri, Columbia 2000). Recuperado el 13 de agosto de 2010, de ProQuest Dissertations & Theses. <http://ezproxylocal.library.nova.edu/docview/304611503?accountid=6579>.

Dee, F. R. (2009). *Virtual microscopy in pathology education*. *Human Pathology* 40(8), 1112-1121. Gagné, R. M. (1977). *Task analysis*. En L. J. Briggs (Ed.), *Instructional Design: Principles and Application* (pp. 123-150). Englewoods Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

García, R., Pérez, F. & Talaya, I. (2008). Preferencias respecto a métodos instruccionales de los estudiantes universitarios de nuevo acceso y su relación con estilos de aprendizaje y estrategias motivacionales. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 6(3), 547-570. Recuperado de: www.investigacionpsicopedagogica.org/revista/new/ContadorArticulo.php?230

Hallet, D., Nunes, T. & Bryant, P. (2010). Individual differences in conceptual and procedural knowledge when learning fractions. Postdoctoral research, University of Oxford. *Journal of Educational Psychology*, 102(2), 395-406. doi: 10.1037/a0017486.

Hardy, M. W. (2008). *A comparison of simulations and traditional laboratory exercises for student learning in secondary electronics instruction*. (Disertación doctoral, Nova Southeastern University, United States, Florida). Recuperado de ProQuest Dissertations & Theses: Nova Southeastern University Database. <http://ezproxylocal.library.nova.edu/docview/304830531?accountid=6579>

Lewis, D. (2008). The Acquisition of procedural skills: An analysis of the worked-example effect using animated demonstrations. (Disertación doctoral, Universidad de South Florida. <http://ezproxylocal.library.nova.edu/docview/304461205?accountid=6579>

Liu, M. & Reed, W. (1994). *The Relationship between the learning strategies and learning styles in a hypermedia environment*. *Computers in Human Behavior*, 10(4), 419-434.

Lo, J. & Chan, C. (2008). Relationships between user cognitive styles and browsing behaviors of an online learning Web site. *International Conference on Cyberworlds*. pp 51-57. Recuperado de: <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/CW.2008.10> [2010, 10 de septiembre].

Mampadi, F., Chen, S., Ghinea, G. & Chen, M. (2011). Design of adaptive hypermedia learning systems: A cognitive style approach. *Computers & Education* 56 (2011), 1003–1011. Mayer, R. (2010) Applying the science of learning to medical education. *Medical Education*, 44, 543-549. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2923.2010.03624.x/pdf>. [2010, 10 de septiembre].

Merrill, M. D. (2007). *First principles of instruction: A synthesis. Trends and issues in instructional design and technology*, (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice- Hall.

Patel, A. D., Gallagher, A. G., Nicholson, W. J. & Cates, C. U. (2006). Learning curves and reliability measures for virtual reality simulation in the performance assessment of carotid angiography. *Journal of the American College of Cardiology*. 47(9), 1796-1802.

Pratt, J. A. (2000). Instruction in microbursts: The study of minimalist principles applied to online help. (Disertación doctoral. Universidad de Utah State). <http://ezproxylocal.library.nova.edu/docview/304633287?accountid=6579>

Reese, D. & Tabachnick, B. (2010). *The moment of learning: Quantitative analysis of exemplar gameplay supports CyGaMEs approach to embedded assessment*. En The 2010 Annual Conference of the Society for Research on Educational Effectiveness. Washington, D. C. Recuperado de: <http://www.sree.org/conferences/2010/program/abstracts/191.pdf> [2010, 15 de noviembre].

Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M. & Zvacek, S. (2006). *Teaching and learning at a distance. Foundations of distance education* (3a. ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Slabicki, A. (2007). *Using simulators to guide practice and reinforce online learning*. (Dissertation doctoral, Universidad de Nova Southeastern, 2007). Recuperado de Dissertations & Theses @ Nova Southeastern University Database. <http://ezproxylocal.library.nova.edu/docview/304719326/?accountid=6579>

Weinstein, R. (2005). Innovations in medical imaging and virtual microscopy. *Human Pathology*, (36), 317-319.

White, G. & Sivitanides, M. (2002). A theory of the relationships between cognitive requirements of computer programming languages and programmers' cognitive characteristics. *Journal of Information Systems Education*, 13(1) 59-66.