



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

La contribución didáctica de las instrucciones en la educación virtual

TESIS

que para optar por el grado de:

DOCTOR EN SISTEMAS Y AMBIENTES EDUCATIVOS

presenta:

Eric Efraín Solano Uscanga

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTORAL

Wietse de Vries
BUAP
Director

Rubén Edel Navarro
Universidad Veracruzana
Codirector

Mayo, 2018

Índice

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
PRESENTACIÓN	5
PROTOCOLO	6
JUSTIFICACIÓN	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
OBJETIVOS	11
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
HIPÓTESIS	12
CAPITULADO	13
ESTADO DEL ARTE	15
REVISIÓN DE LA LITERATURA	15
LIMITANTES EN LA LITERATURA	25
MARCO TEÓRICO	27
COMUNICACIÓN MEDIADA POR COMPUTADORAS	28
TEORÍA DE LA PRESENCIA SOCIAL	28
TEORÍA DE LA RIQUEZA DEL MEDIO	29
MODELO PSICOBIOLOGICO DE COMUNICACIÓN MEDIADA POR TECNOLOGÍA	30
LAS TRES METÁFORAS DEL APRENDIZAJE MULTIMEDIA: FORTALECIMIENTO DE RESPUESTAS, Y CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO	31
APRENDIZAJE MULTIMEDIA COMO FORTALECIMIENTO DE RESPUESTAS	31
TEORÍA CONDUCTISTA	33
INSTRUCCIÓN PROGRAMADA	38
LA CONCEPCIÓN CONDUCTUAL DE LA COMPRESIÓN	44
CONCEPTO DE INSTRUCCIÓN DESDE LA TEORÍA CONDUCTUAL	48
APRENDIZAJE MULTIMEDIA COMO ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN	52
APRENDIZAJE MULTIMEDIA COMO CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO	53
LA TEORÍA COGNITIVA	53
LA TEORÍA DE LA CARGA COGNITIVA	56
CONCEPTO COGNITIVO DE INSTRUCCIÓN	60
ASPECTOS COGNITIVOS A CONSIDERAR AL CONSTRUIR INSTRUCCIONES	61
INTERACTIVIDAD	61
DISEÑO DEL CURSO	63
ÉL DISEÑO EDITORIAL Y GRÁFICO EN EL SEGUIMIENTO DE INSTRUCCIONES	64
INTERACCIÓN ENTRE PARTICIPANTES DEL CURSO	65
PLANEACIÓN INSTRUCCIONAL Y SOPORTE TÉCNICO	66
EDUCACIÓN A DISTANCIA	67

EDUCACIÓN VIRTUAL	68
<i>E-LEARNING</i>	69
LA MODALIDAD VIRTUAL	70
APROXIMACIONES A LA MODALIDAD VIRTUAL	71
APRENDIZAJE <i>EN LÍNEA</i>	72
EDUCACIÓN PRESENCIAL VS. EDUCACIÓN VIRTUAL	72
EL USO DE PIEZAS LEGO® EN AMBIENTES ACADÉMICOS	79
DISEÑO METODOLÓGICO	82
<hr/>	
MÉTODO	82
DISEÑO EXPERIMENTAL	82
DISEÑO DE MATERIALES EQUIVALENTES	82
ESQUEMA EXPLICATIVO DE TRABAJO DE CAMPO	88
PRUEBA PILOTO	89
RECOLECCIÓN DE DATOS	93
PARTICIPANTES	95
GRUPO INSTRUCCIÓN TRADICIONAL PRESENCIAL	96
GRUPO INSTRUCCIÓN TRADICIONAL VIRTUAL	97
GRUPO INSTRUCCIÓN PROGRAMADA PRESENCIAL	98
GRUPO INSTRUCCIÓN PROGRAMADA VIRTUAL	99
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	100
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	100
CRITERIOS DE ELIMINACIÓN	100
PROCEDIMIENTO	100
PROCESAMIENTO DE DATOS	102
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	105
<hr/>	
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	105
RESULTADOS POR GRUPO	105
GRUPO INSTRUCCIÓN TRADICIONAL PRESENCIAL	105
GRUPO INSTRUCCIÓN TRADICIONAL VIRTUAL	106
GRUPO INSTRUCCIÓN PROGRAMADA PRESENCIAL	107
GRUPO INSTRUCCIÓN PROGRAMADA VIRTUAL	108
COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS	109
COMPARACIÓN GLOBAL ENTRE TIPOS DE INSTRUCCIÓN Y MODALIDADES	111
ANÁLISIS GLOBALES	112
ANÁLISIS POR NIVEL DE COMPLEJIDAD	112
DISCUSIÓN	114
CONCLUSIONES	123
REFERENCIAS	131
<hr/>	
APÉNDICES	148
<hr/>	
APÉNDICE A	149
APÉNDICE B	150
APÉNDICE C	151
APÉNDICE D	152

APÉNDICE E	153
APÉNDICE F	154
APÉNDICE G	159

Índice de tablas

TABLA 1 DISEÑO EXPERIMENTAL	82
TABLA 2 CÁLCULO DE COMPLEJIDAD PARA CONSTRUCCIÓN CON PIEZAS LEGO.	86
TABLA 3 PIEZAS EMPLEADAS PARA EL INICIO DEL ARREGLO EXPERIMENTAL	87
TABLA 4 PIEZAS EMPLEADAS EN LOS DISEÑOS DE NIVEL 1 Y 2	87
TABLA 5 PIEZAS EMPLEADAS EN LOS DISEÑOS DE NIVEL 3 Y 4	87
TABLA 6 PERMUTACIONES SIN REPETICIÓN DE ORDEN DE LOS NIVELES DE COMPLEJIDAD (1,2,3,4)	92
TABLA 7 ASIGNACIÓN ALEATORIA DE PRESENTACIÓN DE NIVEL DE COMPLEJIDAD DE TAREA	92
TABLA 8 DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS DE LOS PARTICIPANTES	95
TABLA 9 DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS DEL GRUPO ITP	96
TABLA 10 DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS DEL GRUPO ITV	97
TABLA 11 DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS DEL GRUPO IPP	98
TABLA 12 DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS DEL GRUPO IPV	99
TABLA 13 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL GRUPO ITP	106
TABLA 14 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL GRUPO ITV	107
TABLA 15 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL GRUPO IPP	108
TABLA 16 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL GRUPO IPV	108
TABLA 17 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES SEGUIMIENTO DE INSTRUCCIONES Y TIEMPO EMPLEADO EN LA TAREA DE LOS CUATRO GRUPOS.	109
TABLA 18 COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS EN SEGUIMIENTO DE INSTRUCCIONES Y TIEMPO EMPLEADO EN LA TAREA	110
TABLA 19 COMPARACIÓN DE GRUPOS CONFORME AL TIPO DE INSTRUCCIÓN Y MODALIDAD	111
TABLA 20 ANÁLISIS CORRELACIONAL DE SEGUIMIENTO DE INSTRUCCIONES, COMPLEJIDAD Y TIEMPO	112

Índice de figuras

FIGURA 1 DISEÑO DE ENTRENAMIENTO.....	84
FIGURA 2 DISEÑO DE DOS DIMENSIONES CON COLORES GENÉRICOS.....	85
FIGURA 3 DISEÑO DE DOS DIMENSIONES CON COLORES ESPECÍFICOS	85
FIGURA 4 DISEÑO DE TRES DIMENSIONES CON COLORES GENÉRICOS.....	85
FIGURA 5 DISEÑO DE TRES DIMENSIONES CON COLORES ESPECÍFICOS	85
FIGURA 6 ESQUEMA EXPLICATIVO DE TRABAJO DE CAMPO.....	88
FIGURA 7 EJEMPLO DE SEGUIMIENTO DE INSTRUCCIONES	94
FIGURA 8 EJEMPLO DE NO SEGUIMIENTO DE INSTRUCCIONES	95
FIGURA 9 DIAGRAMA DE FLUJO DE MOMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	104
FIGURA 10 SEGUIMIENTO DE INSTRUCCIONES POR GRUPOS.....	110
FIGURA 11 SEGUIMIENTO DE INSTRUCCIONES POR NIVEL DE COMPLEJIDAD	113

Introducción

Parece evidente el hecho de que los avances tecnológicos han revolucionado la forma de vida y la configuración de la sociedad del conocimiento. En concordancia con dichas modificaciones, la forma en que se enseña y se aprende se ha modificado también, sin embargo, la inclusión de las tecnologías de información y comunicación (TIC) no ha recibido la importancia necesaria. Como ejemplo práctico se puede mencionar que, en los ámbitos académicos en general, se emplean las computadoras como máquinas de escribir modernas, las instituciones educativas en todos los niveles: administrativos, docentes y alumnos, insisten en imprimir y emplear hojas de papel para el desarrollo de sus actividades y evidencias de aprendizaje. La observación anterior es una pequeña muestra de cómo las prácticas continúan a pesar de las nuevas posibilidades de configuración del proceso enseñanza-aprendizaje y aprovechamiento de recursos de todas índoles.

Los avances tecnológicos implican de manera imperativa revisar y de ser necesario, replantear la manera en que se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. A lo largo de la historia, se han puesto en marcha diversas formas de diseñar las rutas que lleven a la adquisición del conocimiento por parte de alumnos y docentes.

De acuerdo con Pérez (2013 p. 58), “internet, las plataformas digitales y las redes sociales merecen consideración especial como instancias de comunicación e intercambio que favorecen la interacción y la participación de los interlocutores como receptores y emisores de intercambios virtuales humanos”.

El planteamiento de metodologías y didácticas específicamente diseñadas para la modalidad no presencial parece esencial para el avance de la educación a la par de la tecnología y las nuevas formas de vida posibilitadas por los medios electrónicos que se hacen comunes, necesarios y en algunos de los casos, ahora indispensables.

Un aspecto fundamental de la interacción entre los diferentes agentes involucrados en el proceso enseñanza-aprendizaje es el planteamiento de las instrucciones. Las diversas modalidades, naturalezas y maneras de proporcionar los pasos específicos necesarios para llevar a cabo una serie de acciones que culminen en el desarrollo de una competencia específica tienen diferentes características y, por tanto, diversos resultados. A la fecha, los parámetros para plantear las instrucciones se han obviado a la luz de los modelos educativos, y diseños instruccionales que describen las maneras generales de instruir. Sin embargo, el paso final de contacto último con los aprendices ha recibido poca atención.

El presente trabajo constituye un esfuerzo por explorar los efectos que los distintos planteamientos de instrucciones y modalidades didácticas pueden tener sobre el seguimiento de las instrucciones.

Determinar el camino más efectivo para instruir constituye una tarea fundamental para economizar recursos en distintos niveles, beneficiando a alumnos, profesores, instituciones y sociedad. Al obtener claridad instruccional, el alumno puede tener certeza de qué actividades debe realizar para lograr las expectativas del curso; el docente podría generar interacciones didácticas más efectivas; y por su parte, las instituciones se aseguran de que validan habilidades específicas de sus egresados; finalmente, la sociedad se encuentra con la posibilidad de desarrollar avances teóricos, técnicos y tecnológicos que puedan desencadenar evolución en sus distintos campos de acción.

Finalmente, se espera que la propuesta metodológica presentada en este trabajo represente un parteaguas para el desarrollo de estudios relacionados con el seguimiento de instrucciones en ambientes educativos.

Resumen

En el presente estudio se realizó una comparación de la forma de presentación de instrucciones (tradicional vs enseñanza programada) y la modalidad educativa (virtual vs presencial) empleando como pretexto metodológico la construcción de diseños con piezas LEGO con cuatro niveles de complejidad distintos. Se trabajó con 60 estudiantes universitarios asignados de forma aleatoria a uno de cuatro grupos combinando el tipo de instrucción y la modalidad educativa; se empleó un instrumento de evaluación de seguimiento de instrucciones construido específicamente para los diseños empleados ($\alpha=.918$). Los resultados muestran la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Sin embargo, el grupo con mayor media de seguimiento de instrucciones fue el que recibió instrucción programada en modalidad presencial. Se encontraron correlaciones positivas entre la complejidad instruccional y el seguimiento de instrucciones; así como correlación negativa entre el seguimiento de instrucciones y el tiempo empleado para realizar la tarea.

Palabras clave: Instrucción programada, diseño instruccional, complejidad instruccional, modalidades educativas.

Abstract

In this study, the modes of presenting instructions (traditional vs. programmed instruction) and educational modality (online vs. face to face) are compared using an experimental approach involving the constructions of arbitrary models with Lego bricks in four different levels of complexity. Sixty university students were randomly divided in four experimental groups. Rating scales were created and used to measure the following of instructions ($\alpha=.918$). Results show no statistically significant differences between groups. Nonetheless, the group that received programmed instructions in the face-to-face modality displayed the highest mean. A positive correlation was found between the following of instructions and instructional complexity. The following of instructions and time used to accomplish experimental tasks were found to be negatively correlated.

Keywords: Programmed instruction, instructional design, instructional complexity, educational modalities.

Presentación

El presente trabajo surge de la necesidad de producir conocimiento que ayude a los diferentes actores educativos a economizar sus recursos al perseguir el desarrollo de una competencia. De este modo, se centra en el corazón de la interacción didáctica, es decir, las instrucciones.

Se realiza pues, una revisión de lo que se sabe actualmente acerca del planteamiento y seguimiento de instrucciones en modalidades presenciales o virtuales; misma que cumple la función de contextualizar al lector y hacer evidentes los vacíos de conocimiento en las distintas vertientes y ramas de investigación que han abordado el tema.

Posteriormente, se revisan los abordajes que pueden explicar teóricamente el fenómeno del seguimiento de instrucciones didácticas. El conocimiento de dichos aparatos conceptuales es de vital importancia para el planteamiento de arreglos experimentales que tengan sentido y que aporten conocimiento lógicamente coherente y pertinente tanto filosófica como teóricamente.

Al avanzar en la lectura, es posible encontrar los resultados obtenidos a partir del trabajo de campo en los distintos grupos experimentales, tanto con modalidad presencial como virtual, empleando instrucciones tradicionales y el planteamiento de ellas a través de la instrucción programada.

Finalmente, se mencionan las conclusiones y recomendaciones que la experiencia de investigación hizo posible.

Este trabajo se encuentra dirigido a los distintos agentes educativos. Sin embargo, se encuentra enfocado principalmente a uno de los protagonistas principales del acto educativo: el instructor; a través del conocimiento aquí obtenido, él tiene la posibilidad de ajustar su planteamiento instruccional para que genere resultados más precisos y en sincronía con lo que pretende comunicar.

Protocolo

Justificación

Beck (2010) asegura que el hecho de que los estudiantes no tengan la posibilidad de hacerle preguntas directamente al maestro y recibir retroalimentación inmediata en cursos en línea asincrónicos promueve que los estudiantes dependan más de sus pares y por lo tanto genere un alto nivel de colaboración. Al respecto se puede contra argumentar –en relación con las reglas e instrucciones- que lo mencionado por Beck en 2010 puede tener efectos contraproducentes, pues sucede que las diferencias entre lo que los estudiantes asumen que es la conducta meta difiere de uno a otro y la interacción entre ellos podría generar más confusión y diversidad de conductas diferentes a la conducta meta.

O'Hara, Barmes-Holmes y Stewart (2014) sostienen que las instrucciones para realizar tareas correspondientes a cursos en línea, a distancia o virtuales no son entendidas adecuadamente. Es decir, los estudiantes presentan trabajos que no corresponden o coinciden con la tarea diseñada por el instructor. Es probable que la imposibilidad del estudiante de realizar preguntas personalmente u obtener una respuesta inmediata desalienta la formulación de las mismas.

La comprensión de las instrucciones podría depender de la precisión en que son presentadas, sin embargo, también puede haber diferentes factores que intervengan en este asunto. Una de las posibles explicaciones podría ser la resistencia al cambio y su subsecuente insistencia en mantener las prácticas acostumbradas, aceptadas y reforzadas en otros ambientes; situación que puede no ser exclusiva de los sistemas virtuales.

En general, parece que la expresión tácita de las reglas, pasos o procedimientos para llevar a cabo una tarea no son suficientes para que el estudiante ejecute la instrucción de acuerdo con la intención del instructor; las

diferencias de entrenamiento de los participantes podrían crear confusión o generar una gama de conductas resultantes diferentes.

De acuerdo con Ortiz, de la Rosa, Padilla, Pulido y Vélez (2010), el uso de instrucciones es común en los diferentes ámbitos donde se desenvuelve el ser humano, aunque no todas las instrucciones tienen las mismas cualidades generando, por tanto, diferentes efectos sobre la conducta.

La migración hacia sistemas educativos virtuales implica un cambio radical en las prácticas académicas, puesto que dichos cambios implican, entre otras condiciones, que el tiempo de interacción inmediata entre los alumnos se reduce sustancialmente y que las posibilidades de aprendizaje vicario y por observación se ven disminuidas. Además, la reflexión generada por la comparación del comportamiento propio con la de los otros estudiantes se ve casi imposibilitada. Así mismo, la sensación de aislamiento y la escasa inmediatez de la administración de los reforzadores pueden ser abrumadoras para el estudiante. Se pierde también en gran medida la parte no verbal de la comunicación considerada fundamental para la decodificación de mensajes.

La problemática expuesta en los párrafos anteriores no sólo perjudica al alumno, sino que incrementa la dificultad que el instructor o maestro tiene al momento de evaluar. Si las instrucciones no se siguen y se entregan productos de diferentes naturalezas, los objetivos de aprendizaje sólo se logran en algunos de los participantes, sin embargo, parecería poco sensato no darle valor a los trabajos que no entendieron la intención de las instrucciones.

El desperdicio de recursos al momento de desarrollar cursos en línea es un problema que es necesario afrontar. Se considera necesario un replanteamiento y un diseño específico de estrategias, procedimientos y técnicas para el desarrollo de las actividades en línea. Los avances tecnológicos no se detienen y es menester, por lo tanto, modificar las prácticas de vida, de enseñanza y de aprendizaje considerando las nuevas condiciones y posibilidades al alcance.

El establecimiento de un repertorio conductual afianzado al momento de comenzar la tarea pedida podría elevar la probabilidad de que las tareas sean realizadas con los mismos procedimientos. Es decir, si el instructor tiene la posibilidad de asegurarse de que todos los participantes entendieron las instrucciones de la misma manera, es posible que las actividades se lleven a cabo de una manera más uniforme.

Planteamiento del problema

En el campo educativo en general, tanto docentes como especialistas observan que algunos estudiantes no siguen de manera fiable las instrucciones proporcionadas por el maestro, facilitador o sistema, por lo que la ejecución de las tareas resulta parcial o bien, no corresponde con la indicación dada originalmente. Esto genera una multiplicidad de situaciones que se interpretan de distintos modos; se rotulan como problemas de atención, alteraciones fisiológicas, desinterés por parte del estudiante, entre otras. De manera similar, las causas de estas situaciones en ocasiones se adjudican a propiedades presuntamente internas del alumno tales como su nivel de atención, inteligencia (en el sentido más amplio del término) y su consecuente nivel de aprehensión o comprensión de las reglas o indicaciones proporcionadas. El avance de las TIC ha generado incluso, estudios acerca de cómo el nuevo entorno conectivo digital influye en los procesos cognitivos o si ello ha ocasionado que los estudiantes aprehendan nuevas capacidades atencionales (Etcheverry, 2014), manteniendo así el interés en la vida interna o capacidades del individuo.

De acuerdo con Emerson y Mackay (2011), a la fecha los investigadores tienen dificultades para establecer conclusiones confiables en estudios que comparan formas tradicionales de enseñanza-aprendizaje (basadas en papel o salón de clases) con la enseñanza-aprendizaje en línea en relación con los resultados del aprendizaje de los estudiantes; no han surgido resultados consistentes, y en muchos de los estudios no han sido controlados factores que sean diferentes al modo en que se presentan las lecciones.

En años recientes se han reportado diversas soluciones que han permitido la impartición de una enorme cantidad de cursos mediante internet (Agudelo, 2009; Morales, 2006; Tricio, 2010). Sin embargo, su calidad no ha sido homogénea, su diseño no parece fundamentarse en teorías sólidas del aprendizaje o la instrucción; a juzgar por el pragmatismo de los métodos empleados, las metodologías que han utilizado no son rigurosas y los resultados obtenidos han

sido diversos (López-Barajas y López-Barajas, 2011; Torres, 2010). Lo anterior permite reflexionar acerca de la ausencia de un cuerpo de investigación que evalúe, sistemática y metódicamente, los efectos en el desempeño de las variables disponibles en este tipo de ambientes de aprendizaje (Peñalosa y Castañeda, 2008).

En pocas ocasiones se cuestiona la calidad de la instrucción o los principios a los que el comportamiento humano en general responde cuando se trata del seguimiento de instrucciones (Ortiz et al., 2010; Ortiz y Cruz, 2011). Parece obvio que el modo en que se presenten las instrucciones es una característica definitiva y definitoria de la precisión con que el instruido realizará la tarea requerida. Es decir, el modo en que se presenten las instrucciones puede influir en la probabilidad de éxito y concreción de la tarea asignada. Los diferentes modos de presentación de las instrucciones poseen características aparentemente antagónicas; mientras que la disponibilidad de consultar las instrucciones en el modo escrito es permanente, en la manera oral es fugaz y se presta a la interferencia de un mayor número de variables.

Salas Ferrant y Durán (2008) afirman que el desarrollo de ambientes virtuales para el aprendizaje se realiza con insistencia, de manera espontánea y sin un análisis cauteloso de los factores educativos que se interponen en el proceso. Aunque esta afirmación podría ser cuestionable, se podría decir que en muchas ocasiones el diseño de las normas, reglas y procedimientos de diseño de actividades de aprendizaje en ambientes virtuales deja ciertos vacíos de información que podría generar confusión entre los estudiantes. Por tanto, surge la pregunta: **¿De qué manera contribuye el planteamiento de instrucciones didácticas, en las modalidades educativas presencial y virtual, al seguimiento de las mismas?**

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar la contribución didáctica del planteamiento de las instrucciones, en las modalidades educativas presencial y virtual en el seguimiento de las mismas en un grupo de estudiantes universitarios

Objetivos específicos

Analizar la influencia de la modalidad virtual y la instrucción tradicional en el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Analizar la influencia de la modalidad virtual y la instrucción programada en el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Analizar la influencia de la modalidad presencial y la instrucción tradicional en el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios

Analizar la influencia de la modalidad presencial y la instrucción programada en el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Determinar la influencia del sexo del participante en el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Determinar la influencia del sexo del participante con el tiempo empleado para desarrollar una tarea en un grupo de estudiantes universitarios.

Definir la relación entre el tiempo empleado en la ejecución de una tarea y el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Explorar la relación de la edad del participante sobre el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Examinar la influencia del campo disciplinar del participante sobre el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Determinar la influencia de la complejidad instruccional en el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Hipótesis

No existen diferencias estadísticamente significativas en el seguimiento de instrucciones entre los grupos de estudiantes universitarios que realizan una tarea con modalidad virtual o presencial ni con instrucción tradicional o instrucción programada.

No existe relación entre la complejidad instruccional y el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Capitulado

Con el objetivo de contextualizar al lector, a lo largo del primer capítulo de este trabajo se hace una revisión del estado del conocimiento relacionado con el planteamiento de las instrucciones en los ambientes virtuales en los últimos años; al interior de ello se hacen evidentes algunos vacíos de conocimiento e incógnitas que surgen a partir de dicha revisión.

Durante el segundo capítulo, el lector podrá encontrar las distintas posiciones filosóficas y teóricas que permiten concebir el planteamiento de instrucciones desde los aparatos conceptuales predominantes tanto en psicología científica como en el terreno de la educación; el conductismo y la teoría cognitiva. Ambas teorías permiten analizar el asunto del planteamiento y seguimiento de instrucciones en contextos generales a través de conceptos teóricos consistentes.

El tercer capítulo constituye la explicación del diseño metodológico empleado para guiar el experimento aquí presentado, determinando la población, el contexto, el diseño experimental y condiciones necesarias para llevar a cabo el trabajo de campo y análisis de datos.

Los resultados intragrupos e intergrupales se muestran en el capítulo número cuatro. Al interior de él, es posible observar las representaciones gráficas que permiten dar un vistazo al desempeño en el seguimiento de instrucciones en distintas modalidades, planteamientos instruccionales y niveles de complejidad. A lo largo de esta sección, el lector podrá encontrar un contraste de los resultados obtenidos en este experimento y los hallazgos de otros estudios.

En el capítulo cinco, se presenta la explicación de los resultados obtenidos en el experimento, seguido de la explicación de ellos a la luz de las teorías explicativas y el estado del conocimiento en el tema.

Finalmente, en el último capítulo, el lector podrá encontrar los hallazgos, y las recomendaciones para continuar con trabajos que tengan la posibilidad de

avanzar en el camino trazado, así como las conclusiones producto de la totalidad del proceso de generación de conocimiento.

Estado del arte

Revisión de la literatura

Con el objetivo de contextualizar el desarrollo de esta investigación, se realizó una búsqueda bibliográfica de los estudios relacionados con el seguimiento de instrucciones en sus diferentes vertientes, concepciones teóricas y modalidades de aprendizaje empleando distintas bases de datos que aglomeran trabajos considerados válidos y confiables, entre ellas EBSCO Host, Science Direct, ERIC, Redalyc; además se realizaron búsquedas multibase en la Biblioteca Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Además de la búsqueda en los idiomas mencionados en el párrafo anterior, se aplicó un filtro de búsqueda para obtener únicamente los trabajos publicados a desde el año 2012 a la fecha. Durante la búsqueda en español se obtuvieron 27 resultados tras eliminar los resultados relacionados con apego al tratamiento en el área de salud por no coincidir con el contexto y aplicación de la investigación presente se redujo a nueve.

Al realizar la búsqueda con el término *instruction following*, se obtuvieron 97 resultados, tras eliminar los resultados repetidos, y los relacionados con robótica, se logró focalizar la búsqueda a estudios relacionados con el seguimiento de instrucciones en ambientes de aprendizaje concluyendo con 16 artículos. Teniendo en cuenta lo anterior, y debido a la pobreza en investigación al respecto, se procedió a ampliar el rango de tiempo, estableciendo un límite de 10 años atrás (2007-2017) con lo que se obtuvo un total de 34 artículos.

Fue posible observar que el 47% de los estudios revisados se encuentran situados teóricamente en la perspectiva de la teoría conductual con experimentos de discriminación condicional de primer y segundo orden; mientras que el 53% restante se sustenta en la teoría cognitiva interesados mayormente en la memoria de trabajo. Ninguno de ellos, independientemente de la teoría que lo fundamente

lleva su interés hacia el análisis del fenómeno en distintas modalidades educativas. De manera similar, es posible notar la ausencia de tratamientos metodológicos o teóricos que se encarguen de examinar las características específicas de las instrucciones como podría ser la complejidad instruccional.

La gran mayoría de la investigación (Gathercoles y Alloway, 2008; Mayer, 2014) relacionada con la memoria de trabajo ha examinado el recuerdo verbal simple o las pruebas de reconocimiento verbal y viso-espacial. Sin embargo, los estudios que se han dado a la tarea de explorar la posible relación entre la memoria de trabajo y la demostración sugieren que guardar información instruccional para su posterior implementación física involucra factores adicionales a aquellos relacionados con la repetición verbal (Allen y Waterman, 2015).

La habilidad para seguir instrucciones de manera exitosa es vital para el funcionamiento cognitivo efectivo, esta habilidad puede intervenir en situaciones que van desde la de un niño haciendo una actividad de varios pasos bajo la supervisión de un maestro; un conductor siguiendo las direcciones habladas para llegar a un destino familiar; o una persona siguiendo un programa de administración de medicamentos que implique diferentes medicinas y dosis. Cada una de estas actividades han sido reconocidas como retadoras y propensas a errores (Gathercole y Alloway, 2008). Una de sus principales restricciones es la capacidad de la memoria de trabajo para retener información esencial en el lapso entre el momento en que las instrucciones fueron recibidas y el desempeño de la actividad (Allen y Waterman, 2015; Gathercole, Durling, Evans, Jeffcock y Stone, 2008; Yang, Gathercole y Allen, 2014).

Seguir instrucciones para completar una tarea de manera exitosa requiere tener en mente el contenido detallado de la secuencia a desarrollar mientras de forma simultánea, monitorear el desempeño que se lleva a cabo en tiempo presente. Esta capacidad para mantener información durante el procesamiento de otras actividades cognitivas es una de las características fundamentales de la memoria de trabajo. Existen diversas alternativas teóricas implicadas en el funcionamiento de la memoria de trabajo, pero una de las más compartida entre

los modelos explicativos, es que ella involucra una capacidad limitada de almacenamiento combinada con el control atencional. El modelo de componentes múltiples de Baddeley y Hitch (1974), luego revisado en Baddeley (2012), ha sido particularmente valioso para el avance en la comprensión de cómo las personas siguen instrucciones.

Dicho modelo implica una central ejecutiva responsable del control atencional al interior y exterior de la memoria de trabajo, mismo que se encuentra apoyado en dos almacenes de información con capacidad limitada (agenda visoespacial y el bucle fonológico) que son a su vez responsables de mantener la información espacial y verbal respectivamente (Jaroslawska, Gathercole, Logie y Holmes, 2016).

Recientes estudios han identificado el rol de la memoria de trabajo en el seguimiento de instrucciones (Allen y Waterman, 2015; Jaroslawska et al, 2016). Se ha demostrado que las tareas concurrentes diseñadas para interferir con el control ejecutivo, el bucle fonológico y la agenda viso-espacial generan bajos desempeños en la habilidad para seguir instrucciones escritas (Yang et al., 2014). Estos resultados sugieren que las instrucciones verbales podrían almacenarse en el bucle fonológico y que podrían ser auxiliadas por información viso-espacial adicional en el ambiente, supeditados al control ejecutivo que retira información de las fuentes de almacenamiento.

Consistentemente con lo anterior, las medidas de lapso de memoria verbal compleja asociadas con el aspecto de control atencional de la memoria de trabajo, se encuentran directamente relacionados con la habilidad de desarrollar instrucciones de tareas como *Toma la regla amarilla y después toca el folder azul* (Gathercole et al., 2008).

Las tareas en esta área de investigación, típicamente involucran la implementación inmediata de instrucciones prolongadas. En este sentido, de acuerdo con Jaroslawska et al. (2016), no se captura el elemento de retención prolongada que se encuentra intrínseco en las situaciones de día a día, mismos

que implican recordar frecuentemente los pasos subsecuentes de una secuencia de instrucciones hasta por varios minutos mientras que se completan acciones previas. Cuando el tiempo necesario para completar una tarea excede la duración temporal de la memoria de trabajo, el recordante debe mantener activamente la instrucción en la memoria de trabajo, ya sea a través de la repetición para prevenir el olvido o por la reactivación de las pistas de memoria cambiando rápidamente el foco de atención. El almacenamiento de información también podría ser apoyado por la memoria episódica de largo plazo, pero como es menos precisa al retener información literal que esencial, podría no ser tan efectiva como la memoria de trabajo para preservar el contenido literal necesario para seguir instrucciones relativamente arbitrarias.

Yang et al. (2015) encontraron que el desempeño en secuencias de acciones manuales siguiendo instrucciones escritas, pueden ser afectado negativamente por tareas concurrentes diseñadas para interrumpir el trabajo del control ejecutivo.

De acuerdo con Jaroslawska et al. (2016), los aspectos verbales de la memoria de trabajo involucrados en tareas a corto y largo plazo juegan un papel fundamental en la habilidad para seguir instrucciones habladas. En sentido contrario, los aspectos viso-espaciales de la memoria no se encuentran relacionados con el desempeño en las tareas de seguimiento de instrucciones.

Los ambientes virtuales computarizados pueden proporcionar paradigmas valiosos para la comprensión de los procesos cognitivos complejos (Jaroslawska et al., 2016).

Gathercole y Alloway (2008) sostienen que los psicólogos usan el término *memoria de trabajo* (MT) para describir la habilidad que las personas tienen para retener y manipular información en la mente durante periodos cortos. La memoria de trabajo es frecuentemente pensada como el espacio mental empleado para almacenar información importante durante el curso de actividades mentales.

La memoria de trabajo se encuentra limitada en varios sentidos y es posible que falle cuando se necesite. A continuación, se describen algunas situaciones que frecuentemente llevan a la pérdida de información en la memoria de trabajo (Gathercole y Alloway, 2008).

- Distracción. Un pensamiento independiente que viene a la mente o una interrupción tal como el sonido de un teléfono o alguien hablando, pueden ser motivos suficientes para desviar la atención en el contenido de la memoria de trabajo, teniendo como consecuencia la pérdida de información.
- Tratar de mantener demasiada información en la mente. Existe un límite en la cantidad de información que se puede retener en la memoria de trabajo. Por ejemplo, a la mayoría de las personas les será imposible multiplicar de manera exitosa números de tres cifras en la cabeza solo porque la cantidad de información que se debe retener para hacer esos cálculos excede la capacidad de la memoria de trabajo de las personas.
- Involucrarse en una tarea muy demandante. Las actividades que demandan procesos mentales difíciles, como aplicar leyes de multiplicación durante operaciones aritméticas mentales, reducen la cantidad de espacio disponible para almacenar información en la memoria de trabajo.

Una vez que la información ha sido perdida de la memoria de trabajo, se encuentra perdida de manera definitiva y sólo puede ser recuperada iniciando de nuevo el proceso de ingresar la información a la memoria de trabajo.

De acuerdo con Gathercole y Alloway (2008), la capacidad de la memoria de trabajo varía entre las personas, cada individuo tiene una capacidad relativamente fija en su memoria de trabajo, misma que puede ser mayor o menor que la de otros. La capacidad de la MT se incrementa con la edad durante la infancia. Los

niños típicamente tienen una capacidad bastante pequeña que aumenta gradualmente hasta la adolescencia.

Muchas de las actividades que comúnmente se encuentran implicadas en el salón de clases imponen cargas de información considerables para la MT. Dichas actividades a menudo requieren que los aprendientes mantengan cierta cantidad de información en la mente (como una oración que debe ser escrita), mientras hacen otra actividad que es mentalmente desafiante (como deletrear las letras que componen las palabras de la oración). Las personas con una MT pobre a menudo tienen problemas para completar apropiadamente este tipo de tarea debido a la pérdida de información necesaria para hacerlo.

Las personas con poca memoria de trabajo también tienen problemas siguiendo instrucciones largas para realizar un proceso, porque se olvidan de la instrucción antes de que la secuencia de acciones ha sido completada. En muchas de las veces parece que el aprendiente no ha prestado atención, cuando realmente sólo han olvidado que es lo que tiene que hacer (Gathercole y Alloway, 2008).

La memoria de trabajo es definida por Baddeley y Hitch (1974) como un sistema multicomponentes que combina retención y procesamiento de información; su capacidad es a menudo medida a través de diversas tareas, (Kim, Bayles y Beeson, 2008); mismas que se describen a continuación:

- Lapsos de almacenamiento complejo: Se requiere que los individuos procesen oraciones mientras simultáneamente almacenan un número creciente de palabras no relacionadas. Este tipo de tarea se encuentra encaminada a medir la capacidad de almacenamiento y procesamiento.
- Lapsos de almacenamiento simple: Se requiere que los individuos recuerden una serie de números o palabras. Este tipo de

procedimiento tiene como objetivo medir únicamente capacidad de almacenamiento (memoria primaria).

De acuerdo con Kim et al. (2008), los adultos jóvenes se desempeñan mejor en tareas de seguimiento de instrucciones en ambientes experimentales que los adultos mayores en todos los niveles de complejidad instruccional. Por otro lado, Waters y Caplan (2007) sostienen que la capacidad de procesamiento de adultos mayores en ambientes virtuales es igual a la de los más jóvenes. Estos autores argumentan que es posible que la capacidad de la memoria de trabajo no se encuentra correlacionada con el procesamiento de atributos semánticos o sintácticos de las oraciones en ambientes no presenciales.

De acuerdo con Ganier y de Vries (2016), los trabajos enfocados al campo de la comprensión de instrucciones, han demostrado que en las etapas tempranas del aprendizaje (cuando un procedimiento aún es desconocido), los individuos tienden a desarrollar diferentes niveles de representaciones mentales al consultar instrucciones.

De este modo, el procesamiento de información contenida en las instrucciones requiere cierto nivel de esfuerzo cognitivo por parte del aprendiz, y por lo tanto tiene un costo desde el punto de vista cognitivo. Por ejemplo, Ganier y de Vries. demostraron que el primer paso para llevar a cabo un procedimiento se encuentra caracterizado por tener referencias sistemáticas con las instrucciones. En esta etapa, es probable que cada instrucción sea consultada al menos una vez. Los investigadores demostraron que el costo cognitivo de esta fase trae como resultado la necesidad de un mayor tiempo para llevar a cabo el procedimiento que en intentos subsecuentes.

Con cada nuevo intento, las instrucciones son consultadas cada vez con menos frecuencia y la consulta de una sola instrucción resulta en llevar a cabo varias acciones consecutivas. Este proceso tiende a reducir la carga cognitiva en la memoria de trabajo y a incrementar la velocidad en que se efectúa el procedimiento, culminando en la automatización (Ganier y de Vries, 2016).

Teniendo en cuenta que las etapas tempranas del aprendizaje procedimental dependen de la memoria de trabajo y su capacidad limitada, es importante reducir la carga cognitiva para facilitar este tipo de aprendizaje. La manera en que se presentan las instrucciones tiene un impacto directo en el procesamiento de la información en la memoria de trabajo (Ganier y de Vries, 2016).

El trabajo llevado a cabo por Mayer desde los noventa relacionado con el aprendizaje empleando elementos multimedia demuestra que la forma en que la información es presentada y combinada tiende a influenciar la forma en que es procesada (Mayer, 2014b). La idea central que sustenta la teoría del aprendizaje multimedia -sustentada en el modelo de memoria de trabajo de Beddeley (1986) y la teoría de código dual de Paivios (1990)-, es el llamado procesamiento de canal dual. Esta teoría asume que existen dos canales separados para procesar el material visual y auditivo que se presenta, dichos canales tienen capacidad limitada. De esta manera, procesar gráficos y texto escrito o narrado podría implicar diferentes cargas en los canales antes mencionados y por lo tanto en el sistema cognitivo general (Ganier y de Vries, 2016).

De este modo, cuando las imágenes y las palabras escritas compiten por recursos cognitivos limitados del canal visual, existe el riesgo de sobrecargarlo. En contraste, presentar información textual como palabras habladas, no conduce a la competencia entre texto e imágenes en el canal visual. En consecuencia, la carga cognitiva estaría distribuida entre el canal verbal y el visual, reduciendo así los efectos de cualquier carga cognitiva excesiva (Ganier y de Vries, 2016).

La gran mayoría de la investigación relacionada con la memoria de trabajo ha examinado el recuerdo verbal simple o las pruebas de reconocimiento verbal y viso-espacial. Sin embargo, los estudios que se han dado a la tarea de explorar la posible relación entre la memoria de trabajo y la demostración sugieren que guardar información instruccional para su posterior implementación física involucra factores adicionales a aquellos relacionados con la repetición verbal (Allen y Waterman, 2015).

En este sentido, es posible concluir que, desde el enfoque cognitivo, se hace énfasis en los procesos internos del participante de la instrucción más que en las características de la instrucción en sí. Sin embargo, ha sido posible establecer algunos principios fundamentales para la construcción de instrucciones.

El principio de atención dividida indica que cuando se diseñan instrucciones, incluyendo instrucciones multimedia, es importante evitar materiales que requieran que el aprendiz divida su atención entre diferentes fuentes de información y las trate de integrar. En este sentido, los materiales deben ser formateados de manera en que información que originalmente se encuentra separada, se integre física y temporalmente; evitando de esta forma que el aprendiz se involucre en un proceso de integración mental. Eliminar la necesidad de integrar mentalmente múltiples fuentes de información reduce la carga cognitiva extraña y libera recursos mentales para el aprendizaje (Ayres y Sweller, 2014).

Las limitaciones de capacidad de la memoria de trabajo son un gran impedimento cuando los estudiantes requieren aprender nuevo material. Además, dichas limitaciones son relativamente inflexibles. Sin embargo, existe una técnica que puede expandir efectivamente la capacidad de la memoria de trabajo. Bajo ciertas circunstancias bien definidas, presentar cierta información en modalidad visual y otro tanto en modalidad auditiva puede expandir la capacidad de la memoria de trabajo y por lo tanto reducir los efectos de sobrecarga cognitiva. Este efecto es conocido como el efecto de modalidad o principio de modalidad. Es un principio instruccional que puede elevar sustancialmente el aprendizaje (Low y Sweller, 2014).

El principio de redundancia o efecto de redundancia sugiere que el material redundante interfiere en el aprendizaje en lugar de facilitararlo. La redundancia ocurre cuando se presenta la misma información concurrentemente en diferentes formas o se encuentra demasiado elaborada. De acuerdo con la teoría de la carga cognitiva, coordinar información redundante con información esencial aumenta la carga en la memoria de trabajo, lo cual puede interferir con el aprendizaje. Eliminar la información redundante hace innecesaria la integración de las múltiples

fuentes de la misma. De este modo, diseños instruccionales que eliminan la redundancia pueden ser mejores que aquellos que la incluyen (Kalyuga y Sweller, 2014).

El principio de señalización se refiere al hallazgo de que las personas aprenden de manera más profunda de un mensaje multimedia cuando a éste se le agregan señalizaciones que guían la atención a los elementos relevantes del material o resaltan la organización del material esencial.

La selección de la información que será atendida por el aprendiz puede estar determinada por procesos *bottom-up* y *top-down*. El primero significa que las características del material de aprendizaje determinan, en parte, a que aspectos se le pondrá atención; por ejemplo, con respecto a la atención visual, ha sido demostrado que la información destacada visualmente generalmente recibe más atención (Lowe, 2003). *Top-down* quiere decir que el conocimiento de la tarea, o de las instrucciones presentadas, también determina qué aspectos llaman la atención. Yarus en 1967 a través de un experimento de rastreo ocular demostró que las instrucciones influyen en la atención visual durante la observación de imágenes (Van Gog et al., 2010).

El principio de personalización supone que las personas aprenden más profundamente cuando las palabras de un contenido multimedia son presentadas con un estilo conversacional, más que con estilo formal. Existen ciertas condiciones limitantes para este principio, puesto que puede no resultar en lecciones muy largas o en estudiantes de alto desempeño. Por otro lado, el principio de voz se refiere a que las personas aprenden de manera más profunda cuando las palabras de un mensaje multimedia son habladas por una voz humana que cuando dicha se identifica como perteneciente a una máquina; este principio puede no tener efecto cuando existen indicadores sociales negativos como una modulación de la voz inadecuada o movimientos erráticos. En sentido similar, el principio de imagen indica que un aprendiz no necesariamente aprende más de una presentación multimedia que tiene una imagen del hablante visible en pantalla que cuando no se encuentra en ella. También se ha trabajado el principio de

embodiment que se refiere a que los aprendices aprenden mejor de agentes en pantalla que representan gestos, movimientos, contacto visual y expresiones faciales similares a las humanas; este principio se puede ver limitado cuando existen indicadores sociales negativos como voz robotizada (Mayer, 2014b).

Limitantes en la literatura

Teniendo en cuenta las tendencias de la investigación actual, es posible vislumbrar el predominio en estudios aplicados de la perspectiva teórico-ontológica cognitiva, misma que implica una concepción de los fenómenos psicológicos como eventos que se desarrollan en la mente o en el cerebro; a este tipo de teoría se le categoriza como de tipo mediacional. De este modo, se estudian procesos o entidades hipotéticas que presuntamente intervienen en el desarrollo de una actividad con respecto de un evento ambiental (dígase memoria de trabajo, memoria a largo plazo, comprensión, etc.).

Por otro lado, las teorías no mediacionales o conductuales, se dan a la tarea de estudiar la interacción entre un organismo y su ambiente, a través de la observación directa del comportamiento o de los vestigios resultantes de dicha interacción (por ejemplo, la escritura). Los estudios de investigación básica son realizados en su mayoría desde la teoría conductual.

En este sentido y en consecuencia a las diferentes cosmovisiones correspondientes a cada postura, se han desarrollado distintas aproximaciones metodológicas para enseñar y para aprender; mismas que se fundamentan los cánones de diseño instruccional en las distintas modalidades de enseñanza.

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible notar la ausencia y necesidad de estrategias metodológicas encaminadas a analizar diversos aspectos: a) la comparación entre modalidades educativas y sus efectos sobre el seguimiento de instrucciones, b) la comparación entre formas de planteamiento de instrucciones, c) formas de medición de la complejidad instruccional y los efectos de sus

características sobre el seguimiento de las mismas, d) propuestas de configuración instruccional que hagan posible formas de interacción que se ajusten a las necesidades de quien instruye y quien es instruido.

Marco teórico

A lo largo de la historia humana, la innovación tecnológica en sus diferentes niveles ha marcado sustancialmente la forma en que se estructura la sociedad. En este sentido, las posibilidades abiertas por los avances tecnológicos han transformado las formas de comunicación, con quién, y cuándo se hace. Desde las pinturas rupestres en cuevas, pasando por la imprenta, el correo electrónico y hasta la telepresencia por videoconferencias, la evolución tecnológica se muestra constante. En consonancia con la situación anterior, la forma en que se estructura la sociedad ha cambiado de manera paralela; por lo tanto, la educación ha sufrido transformaciones semejantes.

La integración de los sistemas computacionales al campo de la educación no es una situación nueva. Sin embargo, la inclusión de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) representa un reto teórico, metodológico y práctico para las nociones convencionales acerca de la educación, los medios de comunicación y su uso. De acuerdo con Kock (2004), se calcula que actualmente existen cientos de millones de usuarios en internet creando situaciones sociales y comportamientos de comunicación y aprendizaje totalmente nuevos. La comunicación mediada por computadoras, para sus distintos objetivos se ha convertido en parte integral de nuestras vidas.

Los avances tecnológicos implican de manera imperativa revisar y si es necesario, replantear las maneras en que se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. A lo largo de la historia, se han puesto en marcha diversas formas de diseñar las rutas que lleven a una adquisición del conocimiento por parte tanto de alumnos como de docentes en ambientes virtuales.

El estudio de este fenómeno se ha abordado desde dos perspectivas fundamentales con abordajes distintos: (i) las teorías de comunicación a través del concepto de Comunicación Mediada por Computadoras (CMC) y ii) distintos modelos tecnoeducativos fundamentados en teorías psicológicas.

Existen diversos factores que pueden influir en el uso de la CMC, incluyendo factores contextuales (acceso y costo), atributos del medio (si integra voz, imagen o texto), las características de la tarea a realizar, o razones psicológicas y sociales de los usuarios (Guo, Lu, Li y Li, 2011).

En 2009, Fulk y Gould hacen énfasis en la necesidad de atención a la investigación relacionada con las características de la tecnología y el contexto en el cual la misma es usada para mejorar las condiciones que se enfrentan al incrementarse la integración y complejidad de las tecnologías en la educación.

Comunicación mediada por computadoras

Parte de la tradición en el estudio de la CMC ha seguido una línea teórica que asume que la comunicación cara a cara posee características inherentes que la hace más apropiada que otras modalidades, particularmente superior a medios que suprimen muchos de los elementos de la interacción presencial. Esto ha llevado a la conclusión de que el uso de medios de comunicación electrónica que generalmente no incorporan todos los elementos del medio presentes en interacciones cara a cara (por ejemplo: la sincronidad, modulación de voz y expresiones faciales), a menudo disminuyen la calidad de los resultados generados por la comunicación.

Dos posturas que se fundamentan en este supuesto son la teoría de la presencia social (Short, Williams y Christie, 1976) y la teoría de la riqueza del medio (Daft y Lengel, 1986). Posteriormente, en 2004, Kock propone el modelo psicobiológico de la CMC sustentado en la teoría de la evolución de Darwin.

Teoría de la presencia social

Short et al. (1976) proponen la teoría de la presencia social en un momento en que la internet como se conoce ahora, estaba por conceptualizarse, y ni se diga de implementarse. A pesar de eso, su teoría ha influenciado de manera sustancial la

investigación de la comunicación mediada por computadoras a través de los años (Sallnas, Rassmus-Grohn y Sjostrom, 2000).

Esta teoría clasifica diferentes medios de comunicación a lo largo de un continuo unidimensional de presencial social, donde el grado de presencia social equivale al grado de consciencia de la participación de otra persona en una interacción comunicativa. De acuerdo a la teoría de la presencia social, la comunicación es efectiva si el medio de comunicación tiene la presencia social para el nivel de involucración personal que demanda una tarea en específico. En el continuo de presencial social, el medio cara a cara es considerado como el que posee más presencia social, mientras que la comunicación en texto escrito tienen la menor.

Teoría de la riqueza del medio

La teoría de la riqueza del medio de Daft y Lengel (1986), de manera similar a la teoría de la presencia social, clasifica a los medios de comunicación en un continuo de riqueza, donde ésta se encuentra determinada por la posibilidad del medio para hacer llegar claves no verbales, retroalimentación veloz, mostrar rasgos de personalidad y permitir el uso de lenguaje natural. Se podría decir que la conceptualización de riqueza es más elaborada o compleja que la de presencial social.

De acuerdo con la teoría de la riqueza del medio, la selección del medio a utilizar debe responder a la posibilidad del mismo para reducir la ambigüedad de la discusión. El medio de comunicación cara a cara es considerado como el más rico y efectivo para reducir dicha ambigüedad. En contraste, los medios de comunicación electrónicos no son considerados muy ricos por sus limitaciones inherentes, por ejemplo, su imposibilidad de transmitir claves verbales y de proporcionar retroalimentación inmediata a aquellos involucrados en interacciones comunicativas.

Modelo psicobiológico de comunicación mediada por tecnología

Como alternativa para analizar la CMC, Kock (2004) propone el modelo psicobiológico, enraizado en la teoría de la evolución de Darwin, para explicar la comunicación mediada por computadoras. El modelo supone que existe una relación entre la naturalidad de un medio de comunicación –que tan similar es el medio a la interacción cara a cara- y el esfuerzo cognitivo requerido para que un individuo participe en una interacción comunicativa. Este modelo también supone que esa relación entre naturalidad y esfuerzo cognitivo puede estar determinada por la alineación de esquemas (la similitud entre los esquemas mentales de los participantes) y la adaptación cognitiva (el nivel de desarrollo de esquemas asociados al uso de un medio de comunicación en particular) de los participantes.

Las teorías anteriores centran su interés en las características morfológicas del medio electrónico a emplear para el contacto entre dos o más personas, siempre en comparación con las condiciones naturales de comunicación. Sin embargo, al realizar un análisis de su aplicación en el contexto educativo se observa que los ambientes virtuales amplían el abanico de formas de transmisión de información posibilitando formas que no se podrían llevar a cabo en la comunicación cara a cara (realidad aumentada, animaciones, grabaciones en video de situaciones reales que muestran el uso de conceptos, permanencia del contenido, posibilidad parcialmente infinita de reproducción, disponibilidad en todo momento, entre otras) que podrían permitir un proceso de comunicación y de enseñanza-aprendizaje más efectivo y eficaz.

Además, estas teorías dejan en segundo término el análisis de otras variables que pueden influir en la comunicación. En este sentido, no consideran: i) las características del contenido a comunicar, ii) el historial de contacto previo con el medio de comunicación, iii) factores motivacionales, iv) las competencias comunicativas de los participantes y, v) las características contextuales en el momento de la interacción. En otras palabras, es posible que ciertos contenidos se

comprendan con menos esfuerzo a través del uso de tecnologías de información y comunicación, que un experto en comunicación escrita a través de la computadora tenga mejores resultados comunicativos que un novato en video-conferencias, que los niveles de motivación pueden influir en los resultados de la comunicación. Además, en muchas ocasiones, la expresión escrita tiene mayor claridad conceptual y organización que la oral (personas que escriben mejor de lo que hablan) y finalmente, las interacciones comunicativas pueden estar condicionadas por otros elementos del contexto como el ruido, los distractores, el resto de las personas presentes y la disponibilidad de otras fuentes de estimulación o información presentes al momento, entre otras.

Las tres metáforas del aprendizaje multimedia: fortalecimiento de respuestas, y construcción de conocimiento

Al tomar decisiones acerca de cómo diseñar o seleccionar un ambiente de aprendizaje multimedia, uno puede ser influenciado por la concepción de aprendizaje a la que se adscriba. Si se entiende el aprendizaje como el fortalecimiento de respuestas, entonces el ambiente debe ser un sistema de entrega de retroalimentación. Si se le considera como adquisición de información, entonces se habla de un ambiente encargado de entregar de información y, finalmente, si se entiende al aprendizaje como construcción de conocimiento, entonces el ambiente debe considerarse como una ayuda cognitiva (Mayer, 2014a).

Aprendizaje multimedia como fortalecimiento de respuestas

De acuerdo con la concepción del fortalecimiento de respuestas, aprender implica el incremento o decremento de la conexión entre un estímulo y una respuesta. El principio fundamental es que esa conexión es fortalecida si una respuesta es seguida de una recompensa y que es debilitada si la respuesta es seguida de un castigo. Esta concepción trae consigo otros supuestos acerca de la naturaleza de

lo que es aprendido, la naturaleza del aprendiz, la naturaleza de profesor y las metas de la presentación multimedia. Primero, aprender es construir conexiones, entonces lo que se aprende es que ciertas respuestas se encuentran conectadas a determinadas situaciones. Segundo, el trabajo del aprendiz es emitir una respuesta y recibir retroalimentación con base en esa respuesta; entonces, el aprendiz es un receptor pasivo de recompensas y castigos. Tercero, el deber del maestro –o diseñador instruccional– es proporcionar esos castigos y recompensas. En resumen, el maestro controla el episodio instruccional al proveer una pista o pregunta –como “¿Cuál es la definición de aprendizaje?” – y después proveer retroalimentación a la respuesta dada por el aprendiz –como “Eso es correcto” o “No, te faltó _____”–. Finalmente, la meta de la instrucción multimedia es proveer práctica en el ejercicio de una habilidad, o sea, como un entrenador.

La concepción de aprendizaje del fortalecimiento de respuestas se fundamenta en teorías del aprendizaje propuestas por los psicólogos educativos de principios de los años 1900 (la ley del efecto de Thorndike). De acuerdo con la ley del efecto de Thorndike, si la respuesta es seguida de un estado del ambiente satisfactorio, será más probable que vuelva a ocurrir bajo circunstancias equivalentes, y si una respuesta es seguida por un estado del ambiente que es insatisfactorio, esa respuesta tendrá menor probabilidad de volver a ocurrir bajo las mismas circunstancias. Ese principio fundamental ha sido el pilar de la psicología educativa por más de 100 años (Mayer, 2011), y dominó el campo de conocimiento hasta los años cincuenta. La ley del efecto fue el principio guía para diversos programas instruccionales proporcionados a través de máquinas de enseñar (*teaching machines*) en los sesenta. Esta concepción de aprendizaje aún puede ser vista en ambientes multimedia que hacen énfasis en el ensayo y práctica, como en juegos en línea que enseñan aritmética a través de dar puntos al aprendiz por cada respuesta correcta a problemas aritméticos.

Teoría conductista

El conductismo establece como objeto de estudio de la psicología a la conducta, analizada a través de eventos observables y cuantificables; deja a un lado, fuera de discusión y sin importancia e incluso niega la existencia, hasta cierto punto, de procesos internos no observables dentro de los sujetos que puedan definir su conducta.

Para este paradigma, el principio de causa-efecto o estímulo-respuesta es fundamental. De igual manera, afirma que la conducta de los organismos puede ser explicada a través de las contingencias ambientales. El conductismo es ambientalista, adopta las leyes asociativas de contraste, contigüidad y causalidad, y es anticonstruccionista.

Uno de los fundamentos de la teoría conductista es la llamada triple relación de contingencias: que consiste en la relación existente entre un estímulo antecedente (discriminativo), una conducta (respuesta operante) y un estímulo consecuente (reforzador) (Salas et al., 2008).

De acuerdo con Skinner (1969), una conducta incrementa su frecuencia de ocurrencia si las consecuencias que esta produce son positivas. Si las consecuencias, ya sea de aparición o retiro de un estímulo, afecta la probabilidad de ocurrencia de una conducta, entonces esta consecuencia es un reforzador.

El conductismo propone que la base fundamental de todo proceso de enseñanza-aprendizaje se halla representada por un reflejo condicionado, es decir, por la relación asociada que existe entre la respuesta y el estímulo que la provoca (Hernández, 1998).

La teoría conductista se basa en las teorías de Pavlov (1849-1936); se centra en el estudio de la conducta observable para controlarla y predecirla. De este modo, su objetivo es conseguir una conducta determinada (Universidad Autónoma Metropolitana [UAM], s.f.); desde la teoría conductista se plantean dos variantes: el condicionamiento clásico y el condicionamiento instrumental y operante.

De acuerdo con Beltrán y Bueno (1997), el condicionamiento clásico supone una asociación entre estímulo y respuesta contigua, de manera que se presentan los estímulos adecuados, se obtendrá la respuesta deseada.

Siguiendo a los mismos autores del párrafo anterior, el condicionamiento instrumental y operante, persigue la presentación de la respuesta según la situación, buscando los reforzadores necesarios para implantar esta relación en el organismo.

El conductismo prescinde por completo de los procesos cognoscitivos. Para esta teoría el conocimiento es una suma de información que se va construyendo de forma lineal. Asume que la asimilación de contenidos puede descomponerse en actos aislados de instrucción. En este sentido, los conductistas definen el aprendizaje como la adquisición de nuevas conductas o comportamientos (Hernández, 1998).

De acuerdo con Beltrán y Bueno (1997), la finalidad del conductismo es condicionar a los alumnos para que por medio de la educación supriman conductas no deseadas, así alienta en el sistema escolar el uso de procedimientos destinados a manipular las conductas. La información y los datos organizados de determinada manera son los estímulos básicos (la motivación) frente a los que los estudiantes, como simples receptores, deben hacer elecciones y asociaciones dentro de un margen estrecho de posibles respuestas correctas que, de ser ejecutadas, reciben el correspondiente refuerzo (una estrella en la frente, una medalla o una buena calificación).

Siguiendo a Beltrán y Bueno (1997), las prácticas escolares conductistas han llevado a que:

- La motivación sea ajena al estudiante.
- Se desarrolle únicamente la memoria.
- Cree dependencias del alumno a estímulos externos.
- La relación educando-educador sea sumamente pobre.

- La evaluación se asocia a la calificación y suele responder a refuerzos negativos.

Con la finalidad de profundizar en los conceptos empleados por la teoría conductista; específicamente en el condicionamiento operante, se presentan algunos de los conceptos básicos propios de la teoría conductista expuestos por Mills (1998, pp.83-89).

El condicionamiento operante es una forma de aprendizaje asociativo en el que la conducta es controlada por sus consecuencias. Una conducta se hace más o menos probable dependiendo de lo que pasa supeditado a ella. Es decir, se presenta una consecuencia supeditada a una respuesta objetivo y determina la probabilidad de que esa respuesta ocurra otra vez. Si una respuesta es seguida por una consecuencia positiva, entonces esa respuesta debe aumentar en el futuro. Asimismo, si una respuesta es seguida por una consecuencia negativa, esa respuesta debe disminuir en el futuro. Una conducta objetivo es la conducta o respuesta que se aborda; puede ser que esa conducta se pretenda aumentar o disminuir (Malott y Shane, 2014).

Desde la perspectiva conductista se emplean técnicas de refuerzo para aumentar la conducta. Tanto el refuerzo negativo como el positivo aumentan la conducta. El refuerzo positivo es la aplicación de un estímulo deseable supeditado a una conducta deseable encaminado a aumentar o mantener esa conducta. El refuerzo negativo es la eliminación de un estímulo desagradable supeditado a una conducta objetivo para aumentar o mantener esa conducta. De este modo, los procedimientos reductivos disminuyen la conducta; funcionan o aplicando un estímulo (castigo) o eliminando un estímulo (extinción) (Malott y Shane, 2014).

De acuerdo con Malott y Shane (2014), el castigo es un procedimiento donde se aplica un estímulo supeditado a una conducta para disminuir o eliminar esa conducta. En el caso de la extinción, se presenta cuando las contingencias que anteriormente mantenían la conducta, ya no se encuentran disponibles.

Aunque el refuerzo posterior a una conducta sea lo que aumenta, mantiene o disminuye la conducta en el paradigma del condicionamiento operante, es común que algún suceso que precede inmediatamente a la conducta ejerce el control sobre si la conducta ocurrirá o no. Un suceso en el ambiente o estímulo discriminativo indica al organismo si el refuerzo estará disponible o no para una conducta en especial. En contraposición el estímulo delta es un acontecimiento en el ambiente que indica al organismo que la contingencia no ocurrirá.

Hernández (1998) sostiene que el patrón en que se proporciona reforzamiento a las conductas de los individuos se le llama programa de reforzamiento. Existen patrones de reforzamiento continuo (se refuerzan todas las conductas operantes) y de reforzamiento intermitente [según el número de respuestas (de razón) o según las condiciones de tiempo (de intervalo) y ambas pueden ser fijas o variables.

De acuerdo con Hernández (1998), dentro de los procedimientos para enseñar conductas es posible encontrar:

- Moldeamiento. Se van reforzando las conductas que más se acerquen a la conducta meta hasta que se llegue a esta.
- Encadenamiento. Establecer relaciones de conductas simples, hasta formar una compleja por medio del reforzamiento.
- Modelamiento. Establecer conductas por medio de que el sujeto observe la deseada.
- Principio de Premack. Asociar contingentemente una conducta deseada con una que el sujeto realice a menudo.
- Economía de fichas. Proporcionar símbolos al realizar conductas deseadas, que al acumularse puedan canjearse por el reforzador que el individuo prefiera (con previo acuerdo de las condiciones).

Dentro de los procedimientos para decrementar conductas Hernández (1998) menciona:

- El costo de respuestas. Cuando se estableció un programa de economía de fichas, se retiran fichas a causa de la ocurrencia de conductas no deseadas.
- Tiempo fuera. Se retira al sujeto de la situación reforzante por haber emitido una conducta no deseada.
- Saciedad. Se presentan muchos reforzadores, con el fin de que este ya no tenga poder reforzante.
- Reforzamiento de conductas alternativas. Reforzar conductas alternativas o en lugar de las no deseadas.
- Sobrecorrección. El sujeto debe reponer el estado de la situación hasta que quede mejor de cuando la modificó de manera no deseada (sobrecorrección restitutiva), o la ejecución reiterada de la conducta contraria a la que se desea eliminar (sobrecorrección por práctica positiva).

Siguiendo a Hernández (1998) en lo que corresponde a la educación, para el conductismo la instrucción consiste básicamente en el arreglo adecuado de las contingencias de reforzamiento con el fin de promover con eficiencia el aprendizaje del alumno. Estas contingencias deben estar basadas en consecuencias positivas y no en estímulos aversivos.

Para los conductistas es importante mencionar la conducta observable que el alumno debe lograr, señalar las condiciones en que debe realizarse esa conducta y mencionar los criterios de ejecución de las mismas. Se puede definir pues al aprendizaje como un cambio estable de la conducta o un cambio en la probabilidad de la respuesta (Ribes, 2000).

El paradigma conductista propone un sistema de presentación de estímulos y consecuencias con la finalidad de establecer conductas específicas que se puede aplicar tanto en ambientes presenciales como en virtuales; dicho sistema lleva el nombre de instrucción programada.

Instrucción programada

De acuerdo con Hernández (1998) en lo que corresponde a la educación, para el conductismo la instrucción consiste básicamente en el arreglo adecuado de las contingencias de reforzamiento con el fin de promover con eficiencia el aprendizaje del alumno.

De acuerdo con Miller y Malott (2006), la instrucción programada en general, se trata de un sistema de enseñanza/aprendizaje basado en la presentación secuenciada de cuadros o pantallas en las que se muestran los contenidos a enseñar. En dichos cuadros se organiza la información de manera que los contenidos se separen en secciones simples; usualmente a manera de preguntas abiertas o enunciados con espacios en blanco, dentro de los cuales el estudiante debe escribir la palabra o palabras que den sentido pertinente a la frase completa. En caso de que la respuesta sea correcta, el sistema procede a presentar otro cuadro y si la respuesta dada por el estudiante es incorrecta, se muestra la respuesta correcta inmediatamente.

Revisar la comprensión de los contenidos es el eslabón entre enseñar y aprender, y debe ser parte de cada una de las lecciones que se planea (Fisher y Frey, 2011). La instrucción programada tiene la característica de proporcionar las condiciones para dicha revisión de manera automática.

A través del tiempo se han desarrollado diversas aplicaciones de la instrucción programada en educación y se ha demostrado su efectividad para el aprendizaje tanto en ambientes académicos como en ambientes organizacionales; ambos campos de aplicación comparten la necesidad de entrenamiento y de capacitación para hacer tal o cual cosa.

El análisis del comportamiento o conductismo tiene una larga tradición de confianza en la tecnología y sus avances; de este modo, esta aproximación teórica provee una plataforma para concebir la innovación tecnológica desde un punto de vista pragmático. Uno de los productos innovadores que surgieron a partir de ello

fueron las máquinas de enseñanza, que hasta la fecha han evolucionado en la instrucción por computadora, y han sido usadas tanto en centros escolares como en capacitación de personal empresarial. En este sentido, el diseño de la enseñanza efectiva por computadora requiere una alineación entre en análisis del comportamiento y en análisis del contenido instruccional (Johnson, 2014).

Aunque la tecnología y la educación se han desarrollado de manera cercana a lo largo de su existencia, se ha pasado por alto el análisis del comportamiento y la administración de contingencias como modelos explicativos de uso de la tecnología. En contraposición, se han sustituido por otros principios teóricos más alejados al desarrollo y aplicación tecnológica.

En concordancia con el modelo conductual y sus esfuerzos para usar la tecnología para la enseñanza, Skinner (1958) enumera algunos criterios esenciales a considerar para llevar a cabo una instrucción efectiva sobre todo cuando se trata de instrucción automática:

1. El aparato para enseñar debe inducir interactividad con el material.
2. El proceso instruccional debe ser al ritmo del que aprende, de modo que la máquina sólo avance cuando el aprendiz se encuentre listo para hacerlo.
3. Es necesario que el aprendiz evidencie desempeños a nivel experto de los materiales pre-requisitos antes de proceder con el material subsecuente.
4. Se debe preferir que el aprendiz construya una respuesta sobre que seleccione una entre opciones múltiples.
5. La enseñanza efectiva debe proporcionar retroalimentación inmediata e individualizada para fortalecer o corregir respuestas según sea pertinente.
6. Los materiales instruccionales deben ser presentados en pasos que sean suficientemente grandes para ampliar el repertorio de respuestas del aprendiz, pero suficientemente pequeños para que ningún aprendiz se estanque en cualquier de los pasos.

En la actualidad, los avances tecnológicos y la disminución de sus costos han hecho posible diseñar ambientes que cumplan con los criterios anteriores,

aunque en muchas de las ocasiones, la diversidad teórica y praxiológica no consideran estos criterios, dando paso al diseño de ambientes de aprendizaje amparados en supuestos teóricos que no necesariamente se han propuesto para las aplicaciones tecnológicas.

De hecho, de acuerdo con Johnson (2014), las máquinas de enseñanza propuestas por Skinner (y, por consiguiente, la instrucción programada) no fueron instaladas en los salones de clases, no por falta de efectividad educativa, sino por sus altos costos económicos, puesto que las empresas manufactureras no visualizaron este método de enseñanza como un negocio fructífero.

Otros motivos, como la portabilidad, la sensación de deshumanización y el estado primitivo general de la tecnología en la época de la propuesta de la instrucción programada contribuyó al fracaso de la propuesta. Cabe mencionar que las condiciones antes mencionadas se han superado actualmente gracias al avance tecnológico y no representan en general un reto para los centros educativos modernos.

La técnica de la instrucción programada se encuentra inserta en un diseño instruccional (DI) basado en el comportamiento; este tipo de diseño consiste en analizar sistemáticamente las variables principales susceptibles a ser manipuladas para producir aprendizaje efectivo. En términos teóricos, es como los diseñadores instruccionales establecen diferentes tipos de control de estímulos para producir distintos resultados de desempeño. A diferencia de otras formas de diseño instruccional, el de corte conductual no se encuentra fundamentado en teorías cognitivas y no supone procesos hipotéticos e estructuras inferidas como modelos explicativos fundamentales (Johnson, 2014).

De acuerdo con Marroletti y Johnson (2014), la aplicación del diseño instruccional fundamentado en el análisis del comportamiento ha sido aplicado desde los años sesenta en dos principales campos, mismos que son los que se considera que ocupan la mayoría del tiempo de las personas en general: La educación y los centros de trabajo. Es en éste último ámbito donde ha tenido más

éxito; las empresas dirigen sus recursos económicos, sociales y de tiempo para entrenar a su personal de la forma más efectiva posible y sus cambios estructurales, teóricos y prácticos no son tan volátiles como en el ámbito educativo.

Según Marroletti y Johnson (2014), la interactividad del usuario y el diseño instruccional (DI) del programa de entrenamiento es un factor que influye de manera directa en la efectividad de los resultados comportamentales. Se hace énfasis en una mayor efectividad del aprendizaje cuando se pide que el aprendiz construya una respuesta más que seleccionar una entre una lista.

Pero, ¿qué debe ser considerado para hacer uso de la instrucción programada en ambientes virtuales? A continuación, se arroja luz sobre ello:

Una de las condiciones a que más se hace referencia al momento de hacer DI es que éste debe planearse para atender las necesidades y características de diversos tipos de aprendices. Por ejemplo, una de las teorías que se emplean con frecuencia en el ámbito educativo tradicional se refiere a los estilos de aprendizaje y la supuesta necesidad de considerarlos para crear educación de alta calidad. Sin embargo, la evidencia científica que soporta que los estilos de aprendizaje tienen influencia en los resultados de aprendizaje en ambientes virtuales es pobre (Pashler, McDaniel, Rohrer y Bjork, 2008).

Además, tampoco existe evidencia suficiente para afirmar que las diferencias generacionales afectan de alguna manera los resultados de aprendizaje en la instrucción por computadora. En consonancia, no son necesarios diferentes diseños instruccionales para cada una de las generaciones. En cambio, uno de los elementos clave para que funcione la instrucción por computadora y que la instrucción programada también cubre, es la motivación de los estudiantes. Este factor es fundamental puesto que los resultados de desempeño dependen directamente de la persistencia del usuario (Marroletti y Johnson, 2014).

Tradicionalmente, la aproximación conductual a la motivación se ha sido menospreciada en los libros de texto. Diversos libros de textos se refieren al análisis conductual como “teoría del refuerzo”, lo cual es engañoso, pues los reforzadores no son el único tipo de consecuencia que se aborda. Además, otros eventos, que no son consecuencias, juegan un papel importante en la concepción conductual de la motivación. Otros ejemplos de malas interpretaciones incluyen argumentos como “el conductismo, como teoría de motivación no es suficientemente explicativo, al igual que otras aproximaciones que no reconocen actividades mentales superiores como el razonamiento o el juicio” (Nichols, 2003 p. 3). Esto es una interpretación errónea, pues el reconocimiento e interés en los eventos privados como el pensamiento y el razonamiento en la ciencia del comportamiento es lo que diferencia el conductismo moderno del conductismo del siglo XIX (McGee y Johnson, 2015).

El conductismo moderno ofrece una aproximación a la motivación que se interesa en diversos elementos del ambiente que rodea al organismo que son susceptibles de manipulación. También sugiere que el motivador establece condiciones ambientales que tengan mayor probabilidad de evocar comportamiento deseados, así como determinar qué recompensas son valiosas para los participantes del programa. Finalmente, el conductismo también afirma que la forma en que se administran las contingencias es tan importante como la misma consecuencia (McGee y Johnson, 2015).

Al respecto, Oginni y Owolabi (2012) encontraron que el uso de la instrucción programada aumenta la curiosidad en las matemáticas y desencadena mejor retención y dominio en los temas que se estudian a través de esa técnica.

Yilmazlar, Corapcigil y Toplu (2014) coinciden en sus hallazgos al demostrar que el método de instrucción programada mejora la actitud hacia el contenido académico y el desempeño de los alumnos en la asignatura de ciencias.

Uhumuavbi y Mamudu (2009), tras encontrar mejores desempeños de sus aprendices en un curso de ciencias empleando la técnica de la instrucción

programada comparada con la técnica de demostración, argumentan que es necesario que los encargados de planear los procesos educativos retomen la instrucción programada como opción metodológica para que los maestros aborden diversos contenidos. Estos autores argumentan que las posibilidades de emplear recursos multimedia generan una actitud positiva hacia la instrucción, y por lo tanto el ambiente de clase puede ser más deseable tanto para los educadores como para los aprendices.

Wangila, Martin y Ronald (2015) han probado que la instrucción programada no sólo funciona en relación con los contenidos académicos, sino que mejora la actitud de los estudiantes hacia el tema instruido, su estudio se centró específicamente en la enseñanza de la estructura del átomo y la tabla periódica.

La efectividad de la técnica de la instrucción programada también ha sido probada en otros campos de conocimiento como las matemáticas. Sobre esta línea, Vukobratović, Takači, y Milanovic (2013) comprobaron que los resultados de aprendizaje de estudiantes de cuarto año empleando la enseñanza programada, fueron superiores a los de aquellos que recibieron una instrucción tradicional.

La concepción conductual de la comprensión

Las prácticas sociales cotidianas se encuentran conformadas por el lenguaje ordinario, el cual entre sus términos incluye, y forma una serie de expresiones que se refieren a lo psicológico como lo que ocurre en la “mente”. Desde la concepción nominalista del lenguaje, la existencia de estos términos ha sido tomada como evidencia de la existencia de un mundo interior y metafísico solo accesible a través de la introspección. Este supuesto mundo interno que se muestra mediante el lenguaje ha fundamentado el argumento del autoconocimiento como modo privilegiado de la subjetividad, y que el conocimiento de otros, y de las otras mentes, tiene lugar como analogía a partir de uno mismo (Ryle, 1949).

Los términos anteriormente referidos han sido adoptados por diferentes concepciones teóricas en psicología como parte de su lenguaje técnico, y los han definido de diferentes maneras, la mayoría considerándolas como términos que se refieren a fenómenos *per se*. De igual manera, argumentan que estos “fenómenos” no son observables para nadie más que para el sujeto que los experimenta o al que le “suceden”.

El caso de comprender o la comprensión es un claro ejemplo de lo anterior. Desde el modelo tradicional, cuando un sujeto comprende, algo sucede en su interior, el individuo tiene una experiencia, un fenómeno tiene lugar en él y existe un contenido que es atrapado en la mente. De esta manera, la única forma de saber si un sujeto comprendió o no, es a través de que él mismo lo reporte. La postura de la propuesta de la instrucción programada es contundentemente contraria.

En contraposición a la concepción nominalista, Ribes (2010) afirma que todas las expresiones psicológicas del lenguaje ordinario se dan siempre en circunstancia, y su sentido o significado radica precisamente en el contexto en que tienen lugar como una práctica social e interpersonal. De este modo, las expresiones psicológicas del lenguaje ordinario no son descripciones de ocurrencias que tienen lugar adicionalmente a la expresión. Las expresiones

psicológicas, como actos episódicos, constituyen los fenómenos psicológicos en sentido estricto.

Los fenómenos psicológicos, que incluyen a las propias expresiones que supuestamente los “denotan” o “describen”, ocurren en realidad siempre como actos en circunstancia. No son eventos discretos o entidades que aparecen y desaparecen. Son siempre colecciones de eventos integrados en episodios delimitados funcionalmente por las propias expresiones del lenguaje ordinario (Ribes, 2010).

Desde la perspectiva de la Teoría de la Conducta se concibe a los fenómenos psicológicos como interacciones entre personas, situaciones y objetos donde el significado de las palabras se encuentra determinado por la circunstancia. La sola existencia de los términos que se refieren a un mundo interno no son evidencia suficiente para asumir la existencia del mismo, sino que solo tienen sentido como parte de un episodio interactivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se sostiene que cuando se dice que alguien comprendió algo, se hace referencia a que esa persona puede realizar tal o cual cosa de manera pertinente en un contexto específico. Este análisis se refiere a una categoría disposicional y no a una entidad o actividad específica que experimenta un individuo.

Al respecto Tomasini (2006) argumenta que el concepto de comprensión o de “comprender algo” no es un concepto de experiencia. Este concepto no pertenece a la familia de conceptos como “dolor”, “sentimiento” o “percepción”. Se afirma que la comprensión no es una vivencia especial ni un evento que se produce cuando alguien dice que “comprende” algo.

El mismo Tomasini (2006, p. 8) argumenta que:

Alguien comprende algo, no porque suceda en su interior algo especial, sino porque hizo algo en concordancia con las reglas del sistema de signos, de juegos, de símbolos, etc., por rudimentario que sea, y es eso lo que nos autoriza a decir

de alguien si efectivamente comprendió o no. Para poder decir que alguien comprende algo, este alguien tuvo que haber recibido un cierto entrenamiento y haberse convertido en un usuario de un sistema simbólico, de un lenguaje.

Al respecto Ryle (1949) sostiene que cuando se caracteriza a la gente mediante predicados mentales, no se llevan a cabo inferencias no comprobables a partir de procesos fantasmales que acaecen en una corriente de la conciencia a la que no se tiene acceso, sino que se describen los modos en que tales personas llevan a cabo su comportamiento público.

La lectura y la escritura son sistemas de signos o símbolos dirigidos a sustituir contingencias por medio del lenguaje; por lo tanto, para decir que se comprende la escritura y la lectura, entendidas como interacciones, es necesario que el lector se ponga en contacto con el objeto de estímulo que el escritor refiere. De tal manera que comprender un texto o una instrucción requiere de la ejecución de una tarea de cierta manera en concordancia con lo referido en el mismo.

La “comprensión lectora” corresponde a una categoría episódica, relacionada con el resultado de haber realizado exitosamente ciertas acciones (Ryle, 1949). Comprender no implica la realización de una acción particular como sucede con el término “leer”. Significa “que el individuo es capaz de hacer ciertas cosas cuando es necesario” (p. 112). Cuando un lector comprende el texto, puede realizar acciones diversas ante las circunstancias pertinentes. Comprender “significa la habilidad, tendencia o propensión a hacer cosas que no pertenecen a un único tipo, sino cosas que pertenecen a muchos tipos diferentes” (p. 114).

Para Fuentes y Ribes (2001) la comprensión lectora puede estar conformada por, al menos, tres momentos: Primero, el escritor se comporta ante el estímulo sobre el cual escribirá; por ejemplo, el escritor puede escuchar un discurso radiofónico o simplemente contemplar una flor. Segundo, el escritor escribe el texto. Al escribir el texto, el escritor transforma para el lector las contingencias que se establecieron cuando él interactuó con el estímulo. El escritor sustituye las contingencias originales para el lector potencial, lo que permite que el texto se

constituya en un objeto de estímulo auxiliar o en un objeto de estímulo de ajuste para el lector potencial. El tercer momento se presenta cuando el lector lee comprensivamente el texto. El lector comprensivo ha de interactuar con el texto respecto al objeto de estímulo, como si fuera el escritor, y un escucha u observador del escritor, es decir, ha de interactuar sustitutamente a través del texto.

Según Fuentes y Ribes (2001) el producto de la interacción lingüística escribir-leer es la “comprensión”. Así la interacción lingüística se establece cuando el lector comprende lo que el escritor escribe. La comprensión requiere de la correspondencia competencial reactiva del lector.

Mares, Ribes y Rueda (1993) argumentan que hablar, leer o escribir, implican que una persona medie la relación (o ponga en contacto a) otra persona con algún evento ocurrido en un tiempo y/o espacio distinto, a través del lenguaje; como consecuencia de esta interacción, la relación posterior del escucha o lector con los objetos o situaciones referidas se verá modificada. Escribir implica funcionar como mediador, mientras que leer implica ser mediado a través del lenguaje por la persona que escribe.

El propósito de la mayoría de los textos o discursos didácticos es lograr que los estudiantes se pongan en contacto con sucesos ocurridos en el pasado, con propiedades o relaciones no aparentes entre los objetos.

En la actualidad existe consenso entre investigadores, profesores y estudiantes acerca del rol central de la comprensión de textos escritos en el ámbito académico. Así pues, se considera que esta interacción constituye una vía fundamental de acceso a una disciplina, no sólo en términos de adquisición de conocimientos disciplinares específicos, sino también en lo que concierne a la integración definitiva de los individuos en sus grupos de especialidad (Hyland, 2004; Swales, 1990).

Concepto de instrucción desde la teoría conductual

Parece existir un volumen reducido de estudios que centren su interés en las características de las instrucciones o indicaciones con las cuales interactúa el alumno o usuario. Además, no se encontraron estudios comparativos inter teóricos ni entre modelos tecno-educativos.

Se podría decir que las instrucciones en un ambiente educativo generalmente se presentan de manera escrita u oral; en el caso de los ambientes educativos virtuales, a distancia o en línea se generan fundamentalmente en el modo de enunciados escritos. Pero ¿de qué se habla cuando se emplea el concepto de instrucciones?

De acuerdo con Ortiz et al. (2010), el uso de instrucciones es común en los diferentes ámbitos donde se desenvuelve el ser humano, aunque no todas las instrucciones tienen las mismas cualidades generando, por tanto, diferentes efectos sobre la conducta.

Al respecto, Ortiz y Cruz (2011, p. 3) argumentan que:

Diversos autores han referido que tanto reglas como instrucciones son descripciones verbales que describen la ejecución o contingencias que enfrentará o enfrentó un individuo (Ortiz et al., 2006; Ribes y Martínez, 1990; Ribes, Moreno y Martínez, 1995; Ribes, Torres y Ramírez, 1996). No obstante, aun cuando se han mencionado diversas diferencias entre ambos conceptos (Chase y Danforth, 1991; Peláez y Moreno, 1999; Ribes, 2000; Rosenfarb, Newland, Brannon y Howey, 1992; Trigo, Martínez y Moreno, 1995), todavía no es posible unificar la terminología y, en muchas ocasiones, suelen utilizarse como sinónimos posiblemente porque no se trata de términos técnicos específicos (Ortiz y Cruz, 2011; Ribes, 2000).

Aunque en la mayor parte de la literatura, los términos *regla* e *instrucción* se emplean como sinónimos, Ortiz, González, Rojas y Alcaraz (2006) argumentan

que dicho tratamiento conceptual no es conveniente; en este tenor, ellos sostienen que:

Una diferencia entre instrucciones y reglas puede estribar en el momento en que se realiza, la “fuente” de la descripción y la función que tienen sobre la adquisición y mantenimiento de la conducta. Si la descripción se realiza antes del contacto con las contingencias estamos hablando de una instrucción, mientras que, si tal descripción se realiza después del contacto se hace referencia a una regla (p. 103).

Skinner (1969) propone el término conducta gobernada por reglas refiriéndose a la conducta que es controlada por estímulos verbales; es decir, la conducta que se presenta al sustituir contingencias fisicoquímicas por contingencias convencionales; en otras palabras, las consecuencias de tal o cual conducta se anticipan a causa de la presencia previa del estímulo verbal que las representa; la interacción, previa a la consecuencia de la presentación de la conducta, con elementos convencionales lingüísticos es el elemento clave de la conducta gobernada por reglas.

Gorham (2009) y Ribes (2000) afirman que formalmente las reglas, las instrucciones, las advertencias y las leyes son estímulos verbales antecedentes que especifican contingencias, describiendo así, relaciones entre los estímulos, las respuestas y las consecuencias.

El término conducta gobernada por reglas, es utilizado cuando la ejecución de un escucha o lector está regulada por estímulos verbales que especifican contingencias. Una característica esencial de este hecho en particular, es que generalmente convierte a las personas en insensibles a las contingencias ambientales (Catania, Matthews y Shimoff, 1990) y parece explicar muchos fenómenos propios de la conducta humana. La sensibilidad o insensibilidad de la conducta gobernada por reglas a los cambios en las contingencias parece estar influida por factores tales como el programa de reforzamiento, la precisión de las reglas, la experiencia previa con reglas, y la fuerza del reforzamiento (Kerr y

Keenan, 1997; Ninness y Ninness, 1998; Warry, Remington y Sonuga-Barke, 1999).

Según la teoría conductual, la contigüidad temporal inmediata de la consecuencia de una conducta es un factor determinante de la velocidad y fuerza de condicionamiento del organismo (Skinner, 1958). Es decir, mientras menos tiempo transcurra entre la ocurrencia de la conducta y la presentación de la consecuencia, el condicionamiento se dará más rápido y fuerte.

Schutt, Allen y Laumackis (2009) argumentan que la inmediatez del instructor es un factor fundamental para el aprendizaje. Estos autores definen inmediatez como la proximidad física o psicológica entre las personas e indican que los instructores se valen de una serie de estrategias para reducir la distancia física y psicológica con los estudiantes.

La lejanía del instructor conlleva la prolongación de la presencia de las consecuencias de la conducta y, por lo tanto, el establecimiento de conductas meta se torna menos probable. Es decir, en la mayoría de los ambientes educativos en línea o virtuales, las posibilidades para proporcionar retroalimentación e instrucciones accesorias flexibles de manera inmediata son escasas.

Al respecto de las instrucciones, Begeny, Hawkins, Krouse y Laugle (2011), sostienen que la intensidad instruccional no necesariamente produce resultados más efectivos. De este modo, es posible concluir que la cantidad de instrucciones y la repetición de las mismas no da mejores resultados; teniendo en cuenta lo anterior, se abre una ventana para la posibilidad de mejora a través de una nueva estructuración de las mismas.

Seguir instrucciones constituye una parte importante del repertorio conductual humano. En el trabajo, en la escuela y en la vida diaria, gran parte del repertorio conductual humano se establece o es mantenido por el comportamiento

verbal de otros, por ejemplo, a través de instrucciones (Donadeli y Strapasson, 2015).

Zettle y Hayes (1982) sugieren que el hecho de seguir o no una instrucción se debe a las consecuencias sociales que son mediadas por quien da la instrucción o por quien tiene control de las consecuencias de su seguimiento. Estos autores proponen que las relaciones de control son unidades funcionalmente distintas del seguimiento de instrucciones: cumplimiento (*plying*) y rastreo (*tracking*).

El cumplimiento es el comportamiento que se encuentra controlado por las consecuencias mediadas socialmente que corresponden a una instrucción. En tal situación, el seguimiento de instrucciones depende primordialmente del reforzamiento social; un ejemplo de cumplimiento sería cuando un padre le dice a su hijo *quiero que hagas tu tarea ahora*. Si el hijo hace la tarea primordialmente para ganar la aprobación de su padre por seguir la instrucción, se trata de un evento de cumplimiento. Al respecto, Zettle y Hayes (1982) sostienen que la evidencia de que el hablante tenga la posibilidad de monitorear el cumplimiento de la tarea, la habilidad del hablante para imponer consecuencias y las consecuencias de la instrucción para el escucha son las principales variables que intervienen en el cumplimiento.

Por su parte, el rastreo es el comportamiento que ocurre como función de la historia de correspondencia entre la instrucción y las contingencias de reforzamiento que se encuentra especificadas en la instrucción. El seguimiento de instrucciones es mantenido por la correspondencia entre el estímulo verbal y los eventos ambientales que son descritos por el estímulo verbal. Por ejemplo, en la instrucción *Para encender el televisor, debe presionar el botón blanco*, si el comportamiento del escucha se encuentra bajo control de la instrucción por una aparente correspondencia entre la instrucción y la forma de encender el televisor, se trata de un evento de rastreo. Es posible considerar a las discrepancias entre la instrucción y la contingencia natural, la correspondencia entre dos instrucciones o eventos en la historia del escucha, las consecuencias implícitas o explícitas de la

instrucción, y la historia del escucha con personas similares a aquellas que proporcionaron la instrucción (Zettle y Hayes, 1982).

Aprendizaje multimedia como adquisición de información

Siguiendo la concepción del aprendizaje como adquisición de información, aprender implica sumar información a la memoria del aprendiz. Al igual que las otras concepciones de aprendizaje, esta también tiene implicaciones en cómo se entienden los demás elementos participantes en los episodios de aprendizaje.

En el caso de la concepción del aprendizaje como adquisición de información, aprender se centra en la información, entendida la última como un elemento objetivo que se puede mover de un lado a otro (como una pantalla de computadora a la mente humana). El trabajo del aprendiz es recibir información; entonces el aprendiz es un ser pasivo que toma información del exterior y la almacena en la memoria. En concordancia a lo anterior, el trabajo del que enseña es presentar información. Como consecuencia, la meta de las presentaciones multimedia es proporcionar información tan eficientemente como sea posible. La metáfora raíz es que el ambiente de aprendizaje multimedia debe entenderse como un sistema de entrega de información (Mayer, 2014a).

La concepción del aprendizaje como adquisición de información a veces es llamada la concepción del recipiente vacío, porque la mente del aprendiz es entendida como un recipiente vacío que necesita ser llenado a través de que el profesor vierta información en ella. De manera similar, también se le ha denominado la concepción de la transmisión, porque el profesor transmite información para ser recibida por el estudiante. Finalmente, a esta concepción también se le ha conocido como concepción de la mercancía, porque la información es vista como una mercancía que puede ser movida de un lugar a otro.

Aprendizaje multimedia como construcción de conocimiento

En contraste con la concepción de la adquisición de información, la de la construcción de conocimiento considera el aprendizaje multimedia como una actividad con sentido, en la cual el aprendiz busca construir una representación mental coherente del material que se le presenta. A diferencia de la información – entendida como mercancía que se puede mover de un lado a otro, el conocimiento es construido personalmente por el aprendiz y no puede ser entregado de forma exacta de una mente a otra. Es por esto que, si se les presenta el mismo mensaje multimedia a dos aprendices, es posible obtener diferentes resultados de aprendizaje.

De acuerdo con la concepción de la construcción de conocimiento, el trabajo del aprendiz es dar sentido al material presentado; entonces, el aprendiz es concebido como un sujeto activo que da sentido a sus experiencias en el ambiente multimedia y trata de integrar el material que se le presenta en una representación mental coherente. Por su parte, el profesor tiene la tarea de ayudar al aprendiz en su proceso de dar sentido al material; se entiende entonces al profesor como un guía activo que provee el apoyo necesario para mejorar el procesamiento cognitivo del alumno. En esta misma vía, la meta de las presentaciones multimedia no es sólo presentar información, sino también proporcionar dirección que indique cómo procesar la información presentada –como determinar a qué se debe poner atención, cómo organizarla mentalmente y cómo relacionarla con conocimientos previos–. Se entiende entonces al ambiente multimedia como un ayudante de la comunicación; en consecuencia, se entiende a la multimedia como una guía para dar sentido a la información que se presenta al aprendiz, o sea, una ayuda a la construcción de conocimiento (Mayer, 2014b).

La teoría cognitiva

El enfoque cognitivo tiene como objetivo estudiar las representaciones mentales, cómo se generan, cómo éstas llevan al sujeto a actuar de alguna manera en

específico y qué procesos intervienen en la creación de estas representaciones mentales (Hernández, 1998).

De acuerdo con Beltrán y Bueno (1997), este paradigma tiene como piedra angular la analogía del ordenador, donde se compara a la mente o el cerebro humano con una computadora, y para este enfoque, los estímulos sensoriales que vienen del exterior (información) dan génesis, a través de procesos en donde la percepción del sujeto está involucrada, a las representaciones mentales; así, éstas son las que rigen cómo actúa cada sujeto.

Dentro de los procesos anteriores, se identifican elementos como los receptores, la memoria sensorial, la memoria a corto plazo, la memoria a largo plazo, el generador de respuestas, los efectores y el control ejecutivo y expectativas, entre otros. La información, de acuerdo con esta teoría, circula a través de estos “pasos”, dependiendo de lo que sea necesario o importante para el sujeto (Hernández, 1998).

Con la finalidad de aplicar estos principios al área educativa, Ausubel (1968) presenta las propuestas del aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje significativo (a lo que llamó psicología instruccional); mismas que abordan problemáticas relativas al lenguaje, a la percepción y a los procesos de información o pensamiento.

En lo que concierne a la aplicación del conocimiento producido a la luz de este paradigma en el ámbito de la educación, la teoría cognitiva propone lograr aprendizajes significativos con sentido y desarrollar habilidades estratégicas generales y específicas de aprendizaje. El alumno, dentro de este enfoque, es un sujeto activo que procesa información y que es capaz de aprender y solucionar problemas, así como desarrollar habilidades (Hernández, 1998). Siguiendo al mismo autor, el papel del docente consiste en organizar experiencias que dejen aprendizaje significativo a los alumnos a través de estrategias que propicien el desarrollo de habilidades en el alumno y no ser protagonista del proceso de aprendizaje.

Mazarío y Mazarío (2005) sostienen que el enfoque cognitivo en particular en su vertiente constructivista se sustenta en un conjunto de supuestos filosóficos, propuestas psicológicas, concepciones epistémicas y pedagógicas divergentes, a decir:

- Determinadas teorías sobre el movimiento científico como por ejemplo las de Kuhn, Feyerabend, Lakatos y otros.
- La epistemología genética de Piaget.
- El enfoque histórico cultural de Vigotsky (1968).
- El aprendizaje significativo de Ausubel.

Con respecto al concepto de constructivismo, sin desconocer el valor de otras definiciones que tratan de explicar el término y para el propósito que ocupa a este trabajo (la educación), es posible caracterizar el constructivismo recurriendo a lo planteado por Chrobak (1998), quien considera que constituye:

una cosmovisión del conocimiento humano como un proceso de construcción y reconstrucción cognoscitiva llevada a cabo por los individuos que tratan de entender los procesos, objetos y fenómenos del mundo que los rodea, sobre la base de lo que y ellos conocen (p.111).

De acuerdo con Mazarío y Mazarío (2005, pp. 5-6), es posible mencionar los siguientes supuestos fundamentales que sostiene el constructivismo:

1. La comprensión se logra en diferentes niveles a través por un proceso de profundización generado por la utilización del mismo objeto, contenido o idea en diferentes contextos.
2. El conocimiento es construido de manera activa por medio de la organización interna de imágenes, conceptos e ideas que tiene lugar en la mente o cerebro del sujeto que conoce y por medio de la interacción con el medio proveedor de información

3. Es posible crear nuevas relaciones entre la información ya perteneciente al sujeto y las nuevas formas de información provistas por el ambiente. Esto se logra por medio de la adaptación cognoscitiva realizada por el sujeto
4. El contexto histórico-cultural y económico-social interviene en el proceso de construcción de significados y representaciones mentales.
5. El aprendizaje requiere una participación activa y reflexiva en la construcción de conocimiento.

Diversas teorías pueden ser empleadas para la producción de conocimiento en lo que concierne al aprendizaje. Ciertamente, al autor le parece más conveniente el empleo del paradigma conductista debido a que se considera que es la aproximación que más podría acercarse a un enfoque científico de la producción de conocimiento en psicología.

La teoría de la carga cognitiva

La teoría de la carga cognitiva se ocupa del aprendizaje de tareas cognitivamente complejas en la que los aprendices pueden verse sobrecogidos por el número de elementos de información interactiva que deben procesar de manera simultánea antes de que el aprendizaje significativo comience.

El control instruccional de la carga cognitiva excesiva que requieren ciertas tareas complejas para la memoria de trabajo (con capacidad limitada) del aprendiz, es el foco de interés de la teoría de la carga cognitiva. Su tarea principal consiste en promover el diseño instruccional de tal manera que se encuentre en un nivel de complejidad óptimo para el aprendizaje, reduciendo la carga para la memoria de trabajo que provenga de procesos que no contribuyan con el aprendizaje y gestionando de manera más efectiva la carga cognitiva proveniente de procesos que fomenten el aprendizaje (Van Gog, Paas y Sweller, 2010).

La teoría de la carga cognitiva, de manera resumida, es una representación hipotética de cómo el cerebro humano procesa datos para que ocurra el aprendizaje. Esta teoría identifica elementos funcionales específicos entre los cuales es posible encontrar secuencias de procesamiento de datos, tipos de memoria empleadas y parámetros universales de limitaciones.

Una ventaja importante de esta teoría ha sido la capacidad que ha demostrado tener para replicar estudios que describen los procesos cognitivos humanos –mismos que son muy similares al de la arquitectura computacional- de tal modo que ha sido posible proponer principios generales que aplican a una amplia variedad de aplicaciones instruccionales (Mostyn, 2014). Como resultado, existe literatura académica de diversas disciplinas que constantemente reportan mejoría en los resultados de aprendizaje en salones de clases donde se aplica la teoría de la carga cognitiva.

La teoría de la carga cognitiva surge del desarrollo de la teoría cognitivista en psicología, misma que se enfoca de manera fundamental en aumentar la eficiencia en el aprendizaje de tareas complejas (en este caso, eficiencia se refiere al esfuerzo que el aprendiz debe hacer para recordar y comprender cierta cantidad de contenido). Esta teoría aborda la eficiencia a través de la investigación de una representación hipotética de la estructura mental, llamada memoria de trabajo y memoria a largo plazo; la funcionalidad de las estructuras y cómo procesa datos de entrada. Esta propuesta teórica ha desarrollado procedimientos teóricos específicos para mejorar la eficiencia en el aprendizaje de tareas complejas al identificar restricciones en el sistema, cómo la entrada de datos (carga cognitiva) desafía esas restricciones y los métodos para optimizar la cantidad y tipo de carga a procesar (Mostyn, 2014).

El uso de computadoras multimedia en la educación ha desencadenado el desarrollo de diversos tipos de material instruccional en los cuales se combina la presentación de material en modos verbales y no verbales. Desafortunadamente, la investigación educativa no ha identificado la forma de diseñar instrucciones de manera efectiva. Sin embargo, dos líneas de investigación han arrojado resultados

prometedores: la teoría de la carga cognitiva y la teoría del aprendizaje multimedia. Ambas aproximaciones basan sus principios de diseño instruccional en la arquitectura cognitiva humana y en la forma en que se procesa el material multimedia (Tabbers, Martens y van Merriënboer, 2004).

Mayer (2001) describe cómo el aprendiz construye representaciones mentales de la instrucción multimedia. Un paso importante en este proceso es la integración de información visual y verbal en la memoria de trabajo. Mientras tanto, la teoría de la carga cognitiva llama carga cognitiva *extraña* al exceso de carga cognitiva causada por la presentación de información en el mismo formato (visual, auditivo o verbal). Por ejemplo, Sweller, van Merriënboer y Paas (1998) han demostrado que la integración física de la información verbal y visual da como resultado un mejoramiento en los puntajes de pruebas. Cuando un cuadro de texto se coloca junto a la parte de la imagen a la cual hace referencia, la necesidad de integrar mentalmente el texto y la imagen se reduce, lo cual disminuye también las cargas cognitivas extrañas y facilita el aprendizaje; a esto se le llama efecto de atención dividida. Un efecto similar ha sido demostrado por Mayer (2001), en una serie de experimentos en los que se demostró que las instrucciones multimedia son más efectivas cuando la información verbal y visual son presentadas de forma cercana entre ellas, y no separadas espacialmente; a esto se le llama efecto de contigüidad

Otro hallazgo en este campo es el hecho de que las instrucciones multimedia pueden ser más efectivas cuando la información verbal es presentada en forma auditiva en vez de modo verbal; a esto se le llama efecto de modalidad (Sweller et al., 1998). Sweller et al., han demostrado que reemplazar el texto escrito en pantalla con texto hablado mejoró el proceso de aprendizaje de distintas maneras:

- Reduce el esfuerzo mental durante la instrucción y mejora los resultados de las pruebas
- Reduce el tiempo empleado para resolver problemas subsecuentes
- Mejora los resultados en las pruebas de retención, transferencia e igualación.

Ambas estrategias, integrar físicamente el texto y las imágenes, así como reemplazar el texto escrito en pantalla con texto hablado, reducen la carga cognitiva extraña de las instrucciones multimedia y, por lo tanto, incrementa la efectividad del proceso de aprendizaje. En ambos casos, esta reducción de cargas cognitivas puede ser atribuida a la disminución de la cantidad de búsqueda visual necesaria para integrar el texto y la imagen (Tabbers et al., 2004).

De acuerdo con la teoría de la carga cognitiva y la teoría de aprendizaje multimedia de Mayer (2001), reemplazar texto visual con texto hablado (efecto modalidad) y agregar pistas visuales relacionando elementos de las imágenes con el texto (el efecto de pistas), incrementa la efectividad de las instrucciones multimedia en términos de mejores resultados de aprendizaje y de menor esfuerzo mental para completar las tareas (Tabbers et al., 2004).

Concepto cognitivo de instrucción

Seguir instrucciones es considerado como un proceso psicológico básico. Al respecto, Ríos (2009, p. 86) lo define como “toda técnica que se debe seguir para lograr el aprendizaje más significativo. Seguir instrucciones implica primero precisar términos, secuencias, recursos, metas; y después, traducir, utilizar y aplicar esas instrucciones verbales o gráficas en acciones físicas o en operaciones intelectuales”. Además, se supone, desde este enfoque, que existen cuestiones mentales propias del individuo que pueden definir el éxito o fracaso al seguir instrucciones, tales como el déficit de atención o de concentración; de igual manera, la impulsividad se considera como una deficiencia cognitiva que puede hacer más difícil el seguimiento de las instrucciones.

Desde esta perspectiva, el diseño de nueve eventos de Gagné (1975) pretende sistematizar la forma de presentar instrucciones para garantizar su seguimiento; la propuesta se compone de los siguientes elementos:

- i. Ganar la atención de los alumnos
- ii. Informar a los estudiantes los objetivos de la actividad que realizan
- iii. Estimular el recuerdo o los aprendizajes previos
- iv. Presentar el contenido
- v. Proveer guía a los estudiantes
- vi. El desempeño espontáneo (práctica)
- vii. La retroalimentación
- viii. La evaluación del desempeño
- ix. La internalización del contenido

La propuesta de Gagné podría ayudar a la construcción de un marco metodológico para la entrega de contenido instruccional; se emplea a lo largo de su implementación la creación de mapas conceptuales, metáforas y preguntas que promuevan el pensamiento así como proporcionar información a través de distintos tipos de medio para considerar las preferencias de aprendizaje del estudiante.

Por otro lado, tomando en cuenta la metáfora de la computadora empleada por el enfoque cognitivo, es posible interpretar el concepto de instrucción como se entiende en la informática: “expresión generalmente formada por números, letras y signos, que indica una operación que se debe realizar” (Real Academia Española, 2015).

Al parecer, la literatura que centra su interés en la forma en que se presentan las instrucciones o su análisis conceptual desde el enfoque cognitivo, es escasa. En contraposición, los estudios se han enfocado en modelos instruccionales que permean en términos más generales la enseñanza que la instrucción concreta como elemento de contacto fundamental con el usuario o alumno.

Aspectos cognitivos a considerar al construir instrucciones

Interactividad

Uno de los mejores avances de la instrucción por computadora con respecto a los medios lineales como los libros, es el potencial de interacción durante la instrucción. Los ambientes multimedia proveen tal interacción y la interactividad hace más fácil que los estudiantes vuelvan a visitar partes específicas de los ambientes virtuales para explorarlos más detalladamente, para probar ideas, y para recibir retroalimentación (Bransford, Brown y Cocking, 2000).

La interactividad también puede ser entendida en términos de actividad recíproca entre el aprendiz y un sistema de aprendizaje multimedia, en el cual la reacción del aprendiz es dependiente de las reacciones del sistema y viceversa. (Domagk, Schwartz y Plass, 2010).

Moreno y Mayer (2007) categorizan diversas descripciones de la interactividad de la siguiente manera: dialogar (el aprendiz recibe preguntas, respuestas o retroalimentación), controlar (la posibilidad de controlar el ritmo de presentación de los estímulos), manipular (la posibilidad de manejar elementos o

aspectos del contenido), buscar (realizar búsquedas, seleccionar opciones), y navegar (seleccionar las fuentes de información).

La interacción dinámica entre el ambiente de aprendizaje y al aprendiz ocurre de manera continua en un bucle entre eventos instruccionales, y los procesos conductuales y cognitivos del aprendiz (Kennedy, 2004).

Uno de los principales problemas de los ambientes de aprendizaje virtuales es que son demasiado abiertos y, en consecuencia, los estudiantes pierden contacto con el material educativo porque no reciben suficiente asistencia (Lajoie, 2009).

Existe evidencia que indica que las instrucciones explícitas tienen un impacto positivo en diversos resultados académicos de los estudiantes, especialmente con aquellos estudiantes que se encuentran en riesgo debido a dificultades académicas (Baker, Santoro, Biancarosa y Baker, 2015).

Con respecto a la inmediatez física o psicológica del instructor, Martínez, Ortiz y González (2002) utilizaron instrucciones específicas e inespecíficas seguidas de distintas de diferentes momentos de retroalimentación (cero, continua y demorada), utilizando tareas de igualación de la muestra de primer orden, llegando a conclusiones como que:

Cuando los sujetos no recibieron retroalimentación se observaron niveles de respuesta cercanos a cero; bajo condiciones de retroalimentación continua, los sujetos obtuvieron niveles de respuesta cercanos al nivel máximo (36 aciertos) en la primera o segunda sesión, mientras que al recibir retroalimentación demorada (acumulada al final de la sesión), los sujetos tardaron varias sesiones para llegar a niveles altos de ejecución. Los resultados mostraron cómo la interacción entre la retroalimentación y el tipo de descripción permitía o no que ésta última adquiriera una función instruccional para el participante (p. 11).

Diseño del curso

La tecnología seleccionada para el diseño de cursos en línea debe ser compatible con la gran variedad de las necesidades de los estudiantes. Por ejemplo, debe ser suficientemente universal para ejecutar y mostrar archivos en formatos internacionales. Además, debe haber soporte técnico tanto para estudiantes como para instructores (Osman, 2005). Adicionalmente, Schrum, Engle, Chambers y Glasset (2005) sugieren que los estudiantes deben tener acceso a algún tipo de orientación en línea para familiarizarse con las características y herramientas del ambiente virtual al cual se enfrentan; tales como salones de chat, foros de discusión, archivos PDF y archivos de distintas naturalezas.

Además, Schrum et al. (2005) recomiendan que, para deshacerse de preocupaciones por la dimensión tecnológica del diseño del curso, se incluya una sección con respuestas a preguntas frecuentes y un sitio con recursos útiles para los alumnos.

Deben diseñarse múltiples métodos de exploración y transmisión de contenido en los cursos en línea, incluyendo actividades sincrónicas y asincrónicas, videos, presentaciones, clases videograbadas y visitas a sitios web. La interacción en el ambiente virtual debe tener múltiples métodos de comunicación como correo electrónico, salas de chat y videoconferencias (Liu, Liu y Magjuka, 2010; Osman, 2005).

Los canales de comunicación deben ser diseñados cuidadosamente. Al respecto, Tee y Karney (2010) sugieren que se incluyan oportunidades informales no estructuradas para conversaciones abiertas y honestas, un lugar para discutir el contenido del curso de manera formal; un sitio para cargar trabajo a ser revisado, comentado y usado y finalmente una sección donde se reflejen las evaluaciones del trabajo de cada estudiante.

El diseño editorial y gráfico en el seguimiento de instrucciones

El diseño puede mejorar el resultado del seguimiento de instrucciones a través de la compilación e identificación de los requerimientos relevantes para una tarea; de crear y estructurar un lenguaje regulatorio complejo de una manera entendible; combinando los diversos requerimientos en una sola fuente de información, y delineando el proceso necesario para seguir las instrucciones en distintos tipos de roles.

El diseño de las herramientas de seguimiento de instrucciones tiene un efecto directo sobre los resultados de las mismas. Además, el diseño tiene el potencial de influenciar y mejorar el seguimiento de las instrucciones a través de diferentes tipos de interacciones, incluyendo: diseño de experiencias, diseño conductual, diseño ambiental, diseño interactivo, diseño de productos, diseño de servicios, diseño de experiencia del usuario y diseño gráfico. Las definiciones de estas áreas del diseño se encuentran interconectadas. Por lo tanto, se sobreponen y comparten similitudes. Todas estas áreas del diseño deben ser consideradas como una sola al momento de aproximarse a un proyecto de seguimiento de instrucciones (Popa, 2016).

Además, Popa (2016) propone algunos diseños de diseño standard, a saber:

- La localización consistente de áreas para respuestas
- La selección cuidadosa del estilo y tamaño de la fuente para mejorar la claridad, legibilidad y el tono para el lector.
- Emplear estandarización en el diseño de todos los contenidos, como agrupar temas similares y definiendo términos para que el usuario sepa donde podrá encontrar cierto tipo de información
- Emplear negritas, sangrías y viñetas para dar estructura, variedad e importancia al texto, y
- Diseñar y organizar los materiales a través del uso de color.

Queda manifiesto entonces, la pluralidad de concepciones, enfoques y abordajes que plantean análisis variados del fenómeno de la comunicación mediada por las computadoras. Las distintas aproximaciones podrían generar en consecuencia, resultados de diferente naturaleza. En este sentido, se torna interesante realizar análisis comparativos que demuestren el desempeño genérico y/o contextual de cada uno de ellos y en sus distintas modalidades.

Interacción entre participantes del curso

La teoría del constructivismo sostiene que los aprendices desarrollan su propia comprensión de los contenidos a través de la participación en discusiones significativas y compartidas; en ese sentido, el aprendizaje se logra a través del trabajo con otros. Distintas investigaciones han confirmado que la colaboración entre estudiantes tiene efectos positivos sobre el aprendizaje (O'Neill, Moore y McMullin, 2005; Vygotsky, 1978).

Beck (2010) argumenta que el hecho de que los estudiantes no tengan la posibilidad de hacerle preguntas al maestro ni de recibir retroalimentación inmediata en cursos asíncronos, conlleva a los estudiantes a ser más dependientes de sus compañeros y por lo tanto ser más colaborativos. De acuerdo con el constructivismo, el hecho anterior convierte a los ambientes virtuales en espacios de interacción que promueven el aprendizaje.

La evidencia muestra que los instructores deben mantenerse involucrados de manera sustancial en los cursos a su cargo; deben determinar cómo manejarán las interacciones con sus alumnos a través del sistema de administración de aprendizaje (Major, 2010). De manera similar, el instructor debe incluir tanto métodos sincrónicos como asincrónicos dentro de su curso. Ward, Peters y Shelley (2010) aseguran que los estudiantes perciben una mayor calidad instruccional en clases que combinan métodos sincrónicos y asincrónicos que en aquellas que sólo usan métodos de comunicación asincrónicos. Es importante que cuando se emplean métodos de comunicación sincrónicos es necesario entrenar a

los estudiantes en el uso de las tecnologías necesarias para ello, tales como cámaras web y micrófonos (Balkin, Buckner, Swartz y Rao, 2005).

Es importante que el instructor se entrene en el desarrollo de distintos roles para llevar a cabo discusiones en línea productivas, ellos pueden incluir funciones de administración, sociales, pedagógicas y técnicas (Lear, Isernhagen, LaCost y King, 2009).

Reushle y Mitchell (2009) recomiendan a los instructores que creen un ambiente de aprendizaje seguro estableciendo estructura, propósitos y expectativas claras acerca del curso, empleando actividades “rompe hielo” para promover una atmósfera de colaboración y presencia humana; empleando emoticonos y escritura informal para proyectar una interacción amigable. Al promover el respeto y la integridad emocional en un ambiente centrado en el estudiante, el instructor puede ayudar a los estudiantes a que desarrollen relaciones positivas y productivas entre sí.

Planeación instruccional y soporte técnico

La mayoría de los instructores nuevos en los ambientes virtuales inician con poca o nada de capacitación específica para ésta modalidad (Fish y Wickersham, 2009). Los instructores deben recibir la capacitación adecuada para alcanzar la colaboración efectiva de sus estudiantes. A través del desarrollo profesional adecuado, los instructores adaptan su práctica docente a estrategias de enseñanza virtuales efectivas.ñ

De cualquier modo, los instructores necesitan soporte más allá del entrenamiento en pedagogía en ambientes virtuales. De acuerdo con Gabriel y Kaufield (2008), los instructores reportan que trabajan en un equipo inadecuado, lo que conduce a pérdida de tiempo y frustración. El uso del equipo adecuado para sus actividades es fundamental; sin embargo, es importante que los instructores sean capacitados para usar las funciones tanto de sus equipos como del sistema

de administración de aprendizaje; y se les debe informar las formas de contacto de ayuda tecnológica.

Los instructores reportan que los cursos virtuales requieren más de su tiempo que los cursos presenciales (Gabriel y Kaufield, 2008). Siguiendo el mismo discurso, los instructores de cursos virtuales necesitan apoyo adicional en forma de cargas de trabajo reducidas y asistentes de enseñanza (Major, 2010). Debido a las demandas de tiempo y a la modalidad de instrucción, los instructores en ambientes virtuales pueden verse aislados de colegas y, por lo tanto, perderse de discusiones significativas, críticas constructivas y del trabajo colegiado (Gabriel y Kaufield, 2008).

Educación a distancia

La educación a distancia a menudo describe el esfuerzo de proporcionar acceso al aprendizaje a aquellos que se encuentran geográficamente distantes. Durante las últimas dos décadas, la literatura relevante muestra que varios autores e investigadores emplean definiciones inconsistentes de la educación a distancia y el aprendizaje a distancia.

A medida que las computadoras se adoptaron para suministrar educación, se propuso una definición que identificaba la entrega de materiales instruccionales empleando medios electrónicos e impresos (Moore, 1990). La entrega de instrucciones incluía un instructor que estaba físicamente en un lugar diferente al que ocupaba el aprendiz, así como la posibilidad de proveer instrucciones en momentos distintos.

Dede (1996) profundiza en la definición de la educación a distancia incluyendo una comparación de los métodos pedagógicos empleados en los ambientes tradicionales y refiriéndose a la instrucción como “enseñar diciendo” (*teaching by telling*). Su definición también argumenta que la educación a distancia

emplea medios emergentes y experiencias asociadas con la producción y distribución de oportunidades de aprendizaje.

Ambas definiciones reconocen cambios aparentes en el campo y los atribuyen a nuevas tecnologías disponibles al momento. Keegan (1996) va más allá al sugerir que el término educación a distancia es un término “sombrija” y como tal, tiene términos como educación por correspondencia o estudio por correspondencia, que pudieron haber sido usados como sinónimos en algún momento y siendo claramente identificados como “hijos” potenciales de la educación a distancia.

King, Young, Drivere y Schrader (2001) no suscriben la intercambiabilidad en el uso de los términos de educación a distancia y aprendizaje a distancia, argumentando que sí existe diferencia entre ellos. El aprendizaje a distancia es referido como una habilidad (para aprender desde la distancia) mientras que la educación a distancia es una actividad al interior de la habilidad. Sin embargo, ambas definiciones aún se encuentran determinadas por las diferencias de tiempo y espacio (Volery y Lord, 2000).

El término continuó evolucionando para describir otras formas de aprendizaje, como aprendizaje en línea, *e-learning*, aprendizaje mediado por tecnología, aprendizaje colaborativo en línea, aprendizaje virtual, aprendizaje basado en web, entre otros (Conrad, 2002). La regularidad encontrada en todas las definiciones es que la educación a distancia se da cuando algún tipo de instrucción ocurre entre dos instancias (un aprendiz y un instructor), y sucede en diferentes momentos y/o lugares, además de que usa varias formas de materiales instruccionales.

Educación virtual

La educación virtual ha emergido como una alternativa popular a las clases cara a cara. La modalidad educativa virtual provee oportunidades de educación para

individuos con dificultades geográficas, de tiempo y limitantes físicas, entre otras; proporcionando oportunidades para aquellos que prefieren la flexibilidad ofrecida por los programas educativos en línea.

Muchas instituciones también consideran que la educación virtual puede ser un método viable para proveer educación de calidad a bajo costo (Garbett, 2011), sustentándose en algunos estudios que argumentan que la modalidad virtual es más exitosa que la presencial (Angiello, 2010; Angelino y Natvig, 2010).

Schrum et al. (2005), indican que la oferta educativa en modalidad virtual se incrementa a mayor velocidad que la oferta en modalidad presencial o tradicional. La oferta de cursos de educación superior en la modalidad virtual se ha triplicado entre 1995 y 2003 (Beck, 2010) y casi el 100% de las instituciones públicas en Estados Unidos sostienen que la modalidad virtual representa una parte fundamental en sus planes a largo plazo (Major, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, las instituciones educativas deben familiarizarse con métodos de investigación que coadyuven a hacer efectiva la instrucción virtual. Pocas instituciones de educación superior tienen entrenamiento en pedagogía para la instrucción virtual. (Gabriel y Kaufield, 2008; Schrum et al., 2005).

E-learning

El origen del término *e-learning* no es preciso, pero se sugiere que muy probablemente se haya originado durante la década de 1980. Mientras que algunos autores definen de manera explícita el término, otros implican una definición específica en sus artículos; en ocasiones, estas definiciones se contradicen entre sí y en otros momentos sólo se comparan sus características definitorias con otros términos existentes. En particular, Ellis (2004) difiere con autores como Nichols (2003), quien define *e-learning* como estrictamente accesible empleando herramientas tecnológicas basadas en la internet o

distribuidas por la internet. Ellis por su parte, sostiene la creencia de que el *e-learning* incluye también contenido y métodos instruccionales accesibles a través de un CD-ROM, la internet o intranet, transmisiones por satélite y televisión interactiva, entre otras.

Aunque se incluyan características tecnológicas al definir el término, tanto Tavangarian, Leypold, Nölting, Röser y Voigt (2004) como Triacca, Bolchini, Botturi y Inversini (2004) argumentan que el uso de la tecnología es una característica insuficiente para describir el *e-learning*. Tavangarian et al. (2004) incluyen el modelo teórico constructivista como marco referencial de su definición, sosteniendo que el *e-learning* no sólo es procedimental, sino que también muestra una transformación de la experiencia del individuo en aprendizaje.

Tanto Ellis (2004), como Triacca et al. (2004) sostienen que algún tipo de interactividad debe ser incluida en la definición para que sea realmente aplicable a la experiencia de aprendizaje.

Mientras que se mantiene la dificultad para definir qué tecnologías debe ser usada para que el término pueda ser referenciado, algunos autores no proporcionan definiciones claras y hacen referencias vagas a términos como curso en línea, aprendizaje en línea, entrenamiento en línea, objetos de aprendizaje, aprendizaje a distancia, entre otros; creyendo que los términos pueden ser empleados como sinónimos (Dringus y Cohen, 2005; Triacca et al., 2004; Wagner, 2001).

La modalidad virtual

El término modalidad virtual incluye varios tipos de instrucción asistida por computadora. De acuerdo con Murphy, Rodríguez-Manzanares y Borbour (2011), la modalidad de enseñanza-aprendizaje en línea es la instrucción educativa a través de la internet. Esta modalidad de instrucción incluye comunicación en

tiempo real (sincrónica) y comunicación en cualquier momento, en cualquier lugar (asincrónica).

Dos procesos paralelos ocurren en los ambientes de aprendizaje virtual:

a) Los estudiantes se tornan más activos y reflexivos

b) Los estudiantes y los maestros se involucran en aprender a través del uso de tecnología y se familiarizan con ella a través de su uso.

La modalidad virtual tiene mejores resultados cuando los cursos son impartidos por instructores con experiencia en el tema a tratar. La mejor manera de mantener la conexión entre la educación virtual y los valores de la educación tradicional es a través del aseguramiento de que los cursos se encuentran a cargo de instructores totalmente calificados e interesados en enseñar en la modalidad virtual (Feenberg, 2005).

Aproximaciones a la modalidad virtual

La Universidad de Massachusetts indica que han surgido dos aproximaciones a la modalidad virtual: sincrónica y asincrónica. El aprendizaje sincrónico se refiere a la instrucción y colaboración en tiempo real vía internet. Típicamente implica herramientas como:

- Chat en vivo
- Videoconferencias
- Compartir aplicaciones
- Compartir pizarras
- Visualización de presentaciones multimedia en línea

El método de aprendizaje asincrónico emplea las capacidades de permanencia en el tiempo del internet y típicamente implica el uso de:

- Correo electrónico

- Foros
- Grupos y boletines
- Archivos adjuntos
- Videos

Los cursos asincrónicos son facilitados por instructores, pero no son llevados a cabo en tiempo real, lo que significa que los estudiantes e instructores se pueden involucrar en actividades relacionadas con el curso en el momento que lo decidan, en lugar de que esto ocurra en sesiones coordinadas en un tiempo determinado.

Aprendizaje en línea

Algunos autores prefieren definir el término aprendizaje en línea como el “totalmente” en línea (Oblinger y Oblinger, 2005), mientras que otros simplemente hacen referencia al medio tecnológico como contexto de uso (Lowenthal, Wilson y Parrish, 2009). El aprendizaje en línea es descrito por la mayoría de los autores como el acceso a experiencias de aprendizaje a través de algún tipo de tecnología (Benson, 2002; Carliner, 2004; Conrad, 2002).

Tanto Benson (2002) como Conrad (2002) identifican el aprendizaje en línea como una versión más reciente del aprendizaje a distancia que mejora el acceso a oportunidades de educación para aprendices descritos como no tradicionales y desinstitucionalizados. Algunos otros autores discuten no sólo la accesibilidad del aprendizaje en línea sino también su conectividad, flexibilidad y habilidad para promover distintos tipos de interacción (Ally, 2004; Hiltz y Turoff, 2005; Oblinger y Oblinger, 2005).

Educación presencial vs. educación virtual

Los estudiantes de hoy tienen gran interés en la internet; pasan horas todos los días conectados a la red de alguna manera; las estudiantes conceptualizan

internet como una tecnología, mientras que los alumnos la usan como una herramienta (Tsai, 2006). De acuerdo con Wu y Tsai (2006), la actitud hacia internet puede predecir la eficacia de los estudiantes. En este sentido, los estudiantes en general tienen mejores actitudes y eficacia mientras más horas pasan conectados por semana. Además, Wu y Tsai (2006) argumentan que los estudiantes hombres tienen mucho mejores actitudes positivas sobre el “control percibido” de internet que las mujeres.

Al inscribirse en una clase, los estudiantes de hoy se enfrentan con una decisión: inscribirse en una clase con un modelo tradicional de lección o un curso en línea. Mientras que el modelo tradicional ha formado parte de la experiencia escolar por largo tiempo, muchos estudiantes de diversas edades creen que los cursos en línea se ajustan mejor a sus necesidades individuales. A medida que la tecnología avanza, la habilidad de las universidades para ofrecer cursos en línea crece también. De acuerdo con Beard (2004), miles de estudiantes se decantan por buscar obtener un título universitario empleando cursos a través de internet que sobre cursos presenciales.

Una de las razones por las cuales los cursos en línea han resultado tan exitosos es que permiten que los alumnos tomen clases en el momento que les parezca más conveniente. Muchos de los estudiantes actuales buscan una formación profesional mientras que se desarrollan en el campo laboral. Los cursos en línea les permiten ver el material, estudiar e interactuar con otros estudiantes a su conveniencia. Muchos estudiantes que optan por cursos en línea también sienten que el ambiente social favorece la experiencia de aprendizaje. De acuerdo con Maurino (2007) los cursos en línea crean más interacción en la clase que los cursos presenciales. Un factor adicional para elegir un curso en línea es que hacerlo, puede ahorrar a los estudiantes cargas económicas generadas por el transporte hacia el centro escolar y de regreso a casa.

Aunque la oferta de cursos en línea continúa creciendo, muchos estudiantes se inscriben a cursos en modalidad tradicional con interacción cara a cara (Maki, 2002). Esto puede suceder porque muchas de sus actitudes hacia cursos en línea

son negativas (Robinson y Doverspike, 2006). A su vez, una de las causas de dicha actitud negativa puede ser que, a pesar de los avances tecnológicos, algunos estudiantes son más exitosos cuando aprenden a través de interacciones personales con profesores y compañeros. Algunos otros estudiantes pueden sentir que carecen de las habilidades tecnológicas necesarias para tomar un curso exclusivamente en línea; otros pueden creer que no tendrán suficiente contacto con sus compañeros de clase o profesor a través de la interacción en línea (Beard, 2004).

De acuerdo con Robinson y Doverspike (2006) una persona importante en la vida de un estudiante puede influir en la decisión de tomar o no un curso en línea. Por ejemplo, los padres pueden decir al estudiante que se inscriba únicamente en cursos en modalidad presencial, como ellos lo hicieron en algún momento, porque creen que los estudiantes aprenden menos en cursos en línea.

Por otro lado, los estudiantes de cursos en línea pueden no sentirse tan satisfechos comparados con estudiantes de cursos tradicionales. De acuerdo con Summers, Waigandt y Whitaker (2005), los estudiantes de cursos en línea se sienten menos satisfechos que los de cursos tradicionales, aunque el instructor fue el mismo en ambos cursos.

Al considerar las variables relacionadas con el instructor, los estudiantes de cursos en línea no tienen tiempo de clase real, sino que deben esperar a que otras personas respondan para tener una discusión o aclaración. Existen diferencias significativas entre los estudiantes de cursos en línea y tradicionales con respecto a la satisfacción con el entusiasmo, apertura e interés del instructor en el aprendizaje del estudiante.

Desde las variables del curso, los estudiantes de cursos en línea tienen menos tiempo para discutir problemas que los que tienen clases tradicionales. Los estudiantes en línea pueden percibir que tienen menor cantidad de oportunidades para hacer preguntas al profesor o para pedir que explique problemas de manera

personal; además, dependen de un medio electrónico como medio de comunicación (Summers et al., 2005).

Algunas fuentes primarias revelan que no hay diferencias significativas entre el aprendizaje en cursos en línea y tradicionales. Siguiendo a Warren y Holloman (2005), no existen diferencias significativas en los resultados de aprendizaje entre cursos impartidos vía web y cursos de lección de tipo tradicional. Dellana, Collins y West (2000) tampoco encontraron diferencias significativas en los resultados de aprendizaje en un curso de ciencias de la administración tanto en línea como presencial.

Con la intención de conocer las diferencias entre los componentes motivacionales y cognitivos de los estudiantes universitarios, Suárez y Anaya (2004) realizaron un estudio en alumnos que cursaban sus estudios en modalidad presencial y otros quienes se encontraban inscritos en modalidad virtual; los participantes de ambas modalidades respondieron a dos cuestionarios, para conocer las variables afectivo-motivacionales se utilizó el *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* y la Escala de Orientación de Meta de Skaalvik (1997) para obtener información sobre el tipo de metas de los alumnos.

Los resultados reflejan niveles de ansiedad significativos en estudiantes de la modalidad presencial, sin embargo, las estrategias de aprendizaje con otros compañeros son favorecidas gracias a la educación presencial.

En la modalidad virtual se obtiene que los alumnos, además de darle valor a la tarea, tienen creencias de control en el proceso de aprendizaje, autoeficacia y autorregulación.

Las diferencias no significativas entre ambas modalidades corresponden a las estrategias de elaboración, gestión del tiempo y lugar de estudio y búsqueda de ayuda (Suárez y Anaya, 2004).

Pegalajar (2016), con el objetivo de identificar la existencia o no de diferencias significativas en las estrategias de aprendizaje en los modelos de

enseñanza presencial y semipresencial, realizó una investigación, en la que aplicó un Cuestionario de Evaluación de las Estrategias de Aprendizaje de los Estudiantes Universitarios a 102 estudiantes.

Los resultados revelan que no existen diferencias significativas en las estrategias de aprendizaje en ambos modelos de enseñanza, sin embargo, los alumnos inscritos en la modalidad semipresencial, presentan mejores estrategias de planificación, además de una enseñanza más flexible y abierta que permite al alumno construir su propio conocimiento a través del uso de los medios de información y comunicación (Pegalajar, 2016).

Gracias a la implementación de entornos virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los modelos curriculares se han visto beneficiados, ya que el trabajo paralelo ente la educación presencial y la educación virtual, ha contribuido al desarrollo de habilidades y solución de problemas en los estudiantes; aunado a lo anterior, los alumnos pueden realizar de manera colectiva y autónoma proyectos de investigación, sin embargo, tal como mencionan García, Guerrero y Granados (2015), tanto en los grupos presenciales, como en los semi-presenciales y virtuales, la figura de un guía, en este caso el profesor, es necesaria para orientar el proceso de enseñanza.

La modalidad virtual beneficia tanto a maestros como a alumnos, ya que los espacios de discusión generados en ambientes virtuales permiten a los involucrados en los procesos de aprendizaje desarrollar la capacidad de expresar, defender y contra-argumentar sus ideas; además fomentan el auto-aprendizaje y contribuyen al mejoramiento de la comprensión lectora; los beneficios obtenidos hacen que el currículum se acerque cada vez más a la educación bimodal a través de algunas asignaturas, ampliando así la forma de interacción entre alumnos y profesores (Quiceno, Arango y Vásquez, 2016).

Hacer la transición de modalidad presencial a virtual supone un reto, es por eso que muchas universidades implementan cambios paulatinos en los que las asignaturas presenciales son combinadas con recursos académicos virtuales, tal

es el caso de la Universidad Politécnica de Madrid, en la que a través del formato semipresencial los alumnos pueden tomar la mayor parte del tiempo las materias de forma presencial y complementarlo con la información obtenida mediante otros medios. Dicho programa tiene como objetivo involucrar tanto al maestro como al alumno en ambientes virtuales, lo cual supone un gran paso en la instauración de la educación virtual en el contexto educativo (Barrera, Fernández y Jiménez, 2009).

Conocer la opinión de los estudiantes al respecto de la educación en modalidad virtual, es un referente para abordar la forma de implementación de entornos virtuales. Al respecto, Lavigne, Organista y Aguirre (2006), llevaron a cabo una investigación con el objetivo de conocer, a través de una evaluación cualitativa y cuantitativa, la opinión y percepción de la modalidad presencial/en línea en estudiantes de la maestría en ciencias educativas.

Los resultados revelan que, aunque los alumnos no estaban familiarizados con la modalidad virtual, después del segundo trimestre inscritos en dicha modalidad, pudieron organizar su trabajo, reconociendo la flexibilidad del mismo. Los estudiantes pudieron mejorar su habilidad para comunicarse con los demás compañeros. Finalmente, gracias al trabajo en ambientes virtuales, los alumnos decidieron seguir trabajando de manera simultánea con la modalidad virtual y presencial (Lavigne et al, 2006).

La educación a distancia tiene una historia de más de 200 años; este periodo representa cambios significativos en cómo ocurre y cómo es comunicado el aprendizaje. La sociedad ha adoptado nuevas formas de comunicación a través de los años, pasando desde la correspondencia básica, al servicio postal y hasta la amplia variedad de herramientas disponibles en internet. El término aprendizaje en línea data de la década de 1980, mientras que el determinado e-learning no tiene un origen completamente revelado (Harasim, 2000).

Debido a que los investigadores y diseñadores emplean estas tecnologías emergentes, resulta particularmente difícil diseñar y evaluar ambientes de

aprendizaje similares sin entender sus características específicas (Phipps y Merisotis, 1999). El diseño de distintos tipos de ambientes de aprendizaje puede depender de los objetivos de aprendizaje, la audiencia a la cual va dirigido, el punto de acceso que se empleará y el tipo de contenido que se pretende enseñar. Es importante conocer cómo se emplea el ambiente de aprendizaje y qué influencia tienen las herramientas y técnicas que generan las diferencias en los resultados de aprendizaje (Moore, Dickson-Deane y Galyen, 2011).

Mientras que la tecnología y los campos asociados a ella continúan su evolución, los usuarios e investigadores aún tienen la tarea de llegar a un consenso en el uso de términos. Como resultado de lo anterior, es difícil para los investigadores realizar estudios comparativos significativos que se fundamenten en estudios previos. Lo anterior contribuye a lograr hallazgos conflictivos acerca de la educación a distancia, el e-learning, y el aprendizaje en línea. Además, en ocasiones los términos son intercambiados de manera arbitraria (Moore et al., 2011).

El uso de piezas LEGO® en ambientes académicos

Es importante mencionar que el propósito principal de este trabajo se centra en el seguimiento de instrucciones. De este modo, la decisión de emplear la construcción de diseños a partir de piezas LEGO® responde a la naturaleza simple, objetiva y sistemática de la forma en que se pueden evaluar los mismos. Cabe mencionar que no se pretende enseñar a los participantes a usar las piezas como forma de aprendizaje ni desarrollar sus competencias en la construcción de diseños específicos. De cualquier modo, el grupo LEGO® ha participado en el terreno educativo con proyectos como LEGO® playful learning y LEGO® serious play.

El nombre LEGO® es la abreviatura de dos palabras escritas en idioma danés “*leg godt*” que en español significa “jugar bien”. La compañía productora de las piezas fue fundada en 1932 por Ole Kirk Kristiansen. A lo largo de sus 80 años de historia, la compañía ha ocupado el tercer lugar en términos de producción y ventas de juguetes a nivel mundial (LEGO®, 2015a).

El producto fundamental del fabricante de juguetes es el LEGO® *brick*, generalmente llamado en Latinoamérica “ladrillo o pieza LEGO®”, mismo que ha recibido el premio de juguete del siglo en dos ocasiones. Aunque los productos de la marca han evolucionado de manera sustancial; el uso del ladrillo LEGO® tradicional se ha mantenido como elemento central en la configuración de sus productos.

La figura actual de la pieza LEGO® moderna se remonta al año de 1958, es entonces que se registra la patente del sistema de acoplamiento de tachón. De acuerdo con LEGO® “el principio de unión por medio de sus tubos o tachones lo convierte en un elemento único que ofrece unas posibilidades de construcción ilimitadas” (2015a, párr. 5).

El grupo LEGO® ha estado presente en México desde 1990 y ha participado en sinergia con los educadores por más de 35 años, ofrece experiencias de

aprendizaje basadas en el juego para ayudar a los estudiantes a tener éxito. El grupo productor de juguetes ha desarrollado una serie de materiales relacionados con el currículo escolar en niveles preescolar, primaria, secundaria y preparatoria. Se proveen estrategias curriculares vinculadas a las humanidades, la lingüística, las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, entre otras (LEGO®, 2015b).

A través de la donación de productos y capacitación para maestros, la Fundación LEGO® colabora con la Fundación Carlos Slim y el Desarrollo Integral de la Familia para llevar el aprendizaje basado en el juego en guarderías y preescolares en el estado de Nuevo León y en la Ciudad de México.

Además, la efectividad del uso de piezas LEGO en la educación ha probado ser superior en actividades relacionadas con ingeniería, ciencias, tecnología, matemáticas, entre otras debido a que de acuerdo con Long (2014), el uso de las piezas antes mencionada puede desarrollar las siguientes habilidades:

1. Pensamiento divergente
2. Pensamiento en tres dimensiones
3. Mejora las habilidades de lectura al trabajar con instrucciones
4. Desarrolla la solución de problemas y planeación
5. Mejora la creatividad
6. Mejora las habilidades de comunicación y pensamiento crítico
7. Aumenta las habilidades motoras

Una bondad más que puede ofrecer el sistema LEGO es el hecho de que puede ser usado para crear diseños muy simples o muy complejos, lo que permite que los usuarios evolucionen en sus habilidades de construcción de los mismos (The LEGO Learning Institute, 2014).

Además, distintas investigaciones han empleado ejercicios que involucran las piezas LEGO para mejorar las habilidades de solución de problemas reales. Entre ellas, la de Yanyan, Zhinan, Menglu y Ting-Wen (2016), quienes comprobaron que

las habilidades de solución de problemas de alumnos de cuarto grado de primaria mejoran al entrenarlos en ingeniería de diseño empleando las piezas antes mencionadas.

De manera similar, Agbonifo y Ogunmoroti (2015), desarrollaron un ambiente virtual para el aprendizaje de las operaciones con fracciones a través del uso de la herramienta antes mencionada, teniendo mejores resultados que con un método tradicional.

Diseño metodológico

Método

Diseño experimental

Diseño de materiales equivalentes

El argumento de este diseño experimental se fundamenta en la equivalencia de las muestras de materiales a que se aplican las variables experimentales que se comparan (Dorantes, 2014). En este caso se diseñan dos versiones de instrucción programada equivalentes entre ellas y también dos versiones de instrucción tradicional equivalentes entre sí para aplicarlas a cada uno de los grupos. En este diseño se aleatoriza la muestra para posteriormente asignar a los participantes a uno de los cuatro grupos con los que se trabajó (ver Tabla 1).

Tabla 1

Diseño experimental

Grupo	Arreglo
ITP	M_aX_1O
ITV	M_aX_2O
IPP	M_bX_1O
IPV	M_bX_2O

Nota: M_x : Tipo de instrucción

X_n : Modalidad

O: Observaciones

M_a : Instrucción tradicional

M_b : Instrucción programada

X_1 : Modalidad presencial

X_2 : Modalidad virtual

O: Observación

ITP: instrucción Tradicional Presencial

ITV: Instrucción Tradicional Virtual

IPP: Instrucción Programada Presencial

IPV: Instrucción Programada Virtual

- La instrucción tradicional (IT) se encontró compuesta por siete instrucciones secuenciales para la construcción de un diseño con piezas LEGO.
- La instrucción programada (IP) consistió en las mismas siete instrucciones presentadas en la pantalla de una computadora una por una, se presenta un botón con la leyenda “Siguiete”, mismo que conduce a una pregunta acerca de alguno de los elementos de la instrucción (el tamaño, la ubicación o el color de la pieza a emplear); debajo de la pregunta, el usuario debe contestar a través del teclado de la computadora, cuando la respuesta es correcta, se retroalimenta al participante y se continua a la siguiente instrucción; mientras que en caso de que la respuesta sea incorrecta, se retroalimenta al participante y se regresa a la instrucción anterior.
- En la modalidad presencial (P) se implicó el uso de piezas lego reales para el desarrollo de la tarea experimental
- En la modalidad virtual (V) se empleó el software *Lego Digital Designer 4.3* para construir los diseños.

La tarea experimental realizada consistió en el seguimiento de 7 instrucciones para la construcción de cuatro diseños con piezas LEGO.

La aplicación de la tarea experimental se realizó de manera individual. Además, fue necesario realizar el siguiente procedimiento con los participantes como parte de las condiciones necesarias para participar en el experimento:

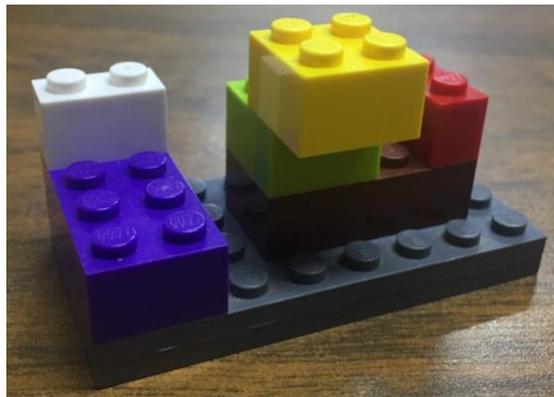
1. El participante debió aprobar la prueba de daltonismo de las Cartas de Ishihara (ver Apéndice G).
2. El participante debió evidenciar conocimiento lingüístico de las palabras “horizontal, vertical, izquierda, derecha y adyacente” empleadas en las instrucciones; para ello se requirió que indicaran verbalmente su significado.

3. Se entrenó a los participantes en el uso de las piezas Lego tanto en modalidad presencial como en el uso del software de diseño respectivamente.

Para ello se requirió que cada participante reprodujera exitosamente el siguiente diseño con piezas LEGO en la modalidad correspondiente, mismo que aparece en la Figura 1:

Figura 1

Diseño de entrenamiento



Fuente: Propia

Este diseño se construyó empleando todas las formas de colocación, colores y cantidad de piezas empleadas a lo largo de la tarea experimental, de modo que su construcción exitosa asegura la posibilidad del participante de concebir cada elemento.

Cabe mencionar que los diseños que se emplearon fueron figuras arbitrarias que no representan elementos de la realidad.

4. Enseguida, se expuso a los participantes a la situación experimental, proporcionándoles la siguiente instrucción inicial:

“Bienvenido a esta actividad y muchas gracias por participar. A continuación, se te presentará una serie de instrucciones para armar un diseño con piezas

Lego®, para ello se te proporcionará una placa de 4 x 8 espacios que hará las veces de área de trabajo, por favor, trata de seguirlas de la manera más fiel posible. Cabe mencionar que los diseños que construirás no representan elementos de la realidad. Además, esta actividad se encuentra encaminada a explorar el seguimiento de instrucciones en tareas básicas y la estética no es una dimensión que se esté considerando”.

Se han planteado además cuatro niveles de complejidad en las tareas experimentales:

1. Diseño de 2 dimensiones con piezas de colores genéricos (ver Figura 2)
2. Diseño de 2 dimensiones con piezas de colores específicos (ver Figura 3)
3. Diseño de 3 dimensiones con piezas de colores genéricos (ver Figura 4)
4. Diseño de 3 dimensiones con piezas de colores específicos (ver Figura 5)

Figura 2

Diseño de dos dimensiones con colores genéricos

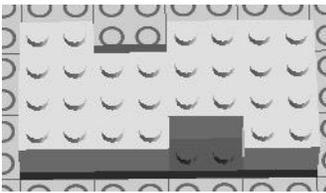


Figura 3

Diseño de dos dimensiones con colores específicos

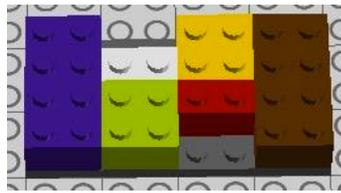


Figura 4

Diseño de tres dimensiones con colores genéricos

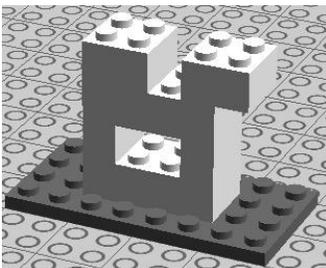
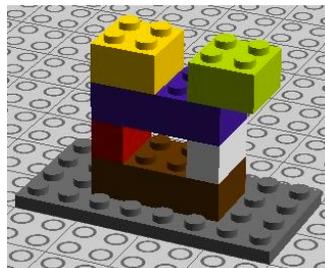


Figura 5

Diseño de tres dimensiones con colores específicos



El nivel de complejidad de los diseños se encontró determinado de la siguiente manera: a) se contó el número total de tachones en el área de trabajo también llamados *bumps* o pequeños círculos con la función de ajuste entre piezas (32); b) en los diseños de 2 dimensiones, puesto que la colocación de una pieza implica la eliminación de una parte del área de trabajo, se restó el área empleada en la construcción del diseño (28), esta situación no sucede con los diseños de tres dimensiones; c) se sumaron los componentes de cada instrucción, asignando un punto para la forma de la pieza; y un punto para cada indicación de la ubicación de la misma en los diseños de colores genéricos. Se sumó además en los casos de colores específicos un elemento de color para cada instrucción.

De este modo, el cálculo de la complejidad se aprecia en la siguiente tabla (ver Tabla 2):

Tabla 2

Cálculo de complejidad para construcción con piezas LEGO.

	Área de trabajo	Eliminación de área de trabajo	Componentes de la instrucción	Total
Nivel 1	32	-28	+25	29
Nivel 2	32	-28	+32	36
Nivel 2	32	0	+25	57
Nivel 4	32	0	+32	64

En todos los niveles de complejidad expresados anteriormente se empleó el mismo número de piezas con la finalidad de no modificar la cantidad de instrucciones a seguir en los distintos niveles de complejidad y modelos; además se realizó un arreglo inicial de la situación experimental proporcionando a cada participante las siguientes piezas (ver Tabla 3):

Tabla 3

Piezas empleadas para el inicio del arreglo experimental

Color	Piezas		
	Tamaño		
	1 x 2	2 x 2	4 x 2
Amarillo	1	1	1
Blanco	1	1	1
Café	1	1	1
Morado	1	1	1
Rojo	1	1	1
Verde	1	1	1

Las piezas a emplear en la construcción de los diseños de los niveles 1 y 3 se distribuyen de la siguiente manera (ver Tabla 4):

Tabla 4

Piezas empleadas en los diseños de nivel 1 y 2

Tamaño	Piezas		
	1 x 2	2 x 2	4 x 2
Cantidad	2	2	2

Por su parte, las piezas a emplear en la construcción de los diseños de los niveles 1 y 3 se distribuyen de la siguiente manera (ver Tabla 5):

Tabla 5

Piezas empleadas en los diseños de nivel 3 y 4

Color	Piezas		
	Tamaño		
	1 x 2	2 x 2	4 x 2
Amarillo		1	
Blanco	1		
Café			1
Morado			1
Rojo	1		
Verde		1	

Esquema explicativo de trabajo de campo

Para hacer evidente de forma sintética el procedimiento seguido en el trabajo de campo se muestra la Figura 6:

Figura 6

Esquema explicativo de trabajo de campo



Prueba piloto

Con el objetivo de comprobar la funcionalidad, validez y confiabilidad de las instrucciones para realizar los diseños con piezas Lego, del software de presentación de texto y de los instrumentos de medición de seguimiento de instrucciones, se expuso a una muestra aleatoria de 15 alumnos (aparte de los correspondientes a la muestra experimental) de la Universidad de Xalapa pertenecientes a distintas licenciaturas a la situación experimental inicialmente diseñada a modo de prueba piloto.

Esta fase de la prueba piloto se realizó en la modalidad presencial con instrucción tradicional con la finalidad de detectar posibles errores en la redacción o sentido de las instrucciones.

El primer paso a desarrollar se centró en asegurarse de que los participantes tuvieran claridad y que comprendieran los términos básicos de direccionalidad, posición y lateralidad implicados en la prueba (derecha, izquierda, abajo, arriba, horizontal, vertical, yuxtapuesto, etc.) para lo cual se empleó una prueba de forma oral, en la que los participantes demostraron el conocimiento de los términos empleando palabras (“parado”, “acostado”, “junto”, etc.) y conductas demostrativas (tomando dos piezas Lego y colocándolas en la posición indicada, acompañado de la palabra “así”). Sólo se detectó de la ausencia de conocimiento del uso y/o significado del término “yuxtapuesto” en uno de los participantes. En respuesta a ello, se le indicó el significado al participante, hasta que demostró conocimiento del mismo.

El segundo paso que se desarrolló fue la aplicación a través de una computadora de la prueba de daltonismo de las cartas de Ishihara; uno de los participantes demostró tener la condición visual antes mencionada y por lo tanto no tuvo la oportunidad de continuar con la exposición a la situación experimental, este participante fue sustituido por otro voluntario.

Para corroborar la construcción del instrumento de evaluación se realizó un análisis factorial

Al realizar dicho análisis para la reducción de dimensiones se encontró que de las cuatro secciones del instrumento empleadas empleado para medir el seguimiento de instrucciones se obtuvieron 6 componentes que explican el 87% de la varianza.

De manera similar, se pudo notar la ausencia de varianza en los ítems q1, q8, q15, (el primero de cada uno de los diseños) q25 y q26, llegando así a la conclusión de que las instrucciones correspondientes a las acciones a las que se refieren dichos ítems tendrían que ser excluidos de la situación experimental. Sin embargo, puesto que los diseños a realizar se construyen de manera progresiva, la ausencia de esos ítems representaría un cambio en la totalidad del diseño a realizar. En este sentido, se optó por excluir los ítems de los análisis estadísticos y emplearlos únicamente como parte del proceso de construcción del modelo.

Además, durante la prueba piloto se pudo observar la posible necesidad de incluir ejemplos gráficos de la lógica de construcción de las figuras y de la presentación del área de trabajo, puesto que tres participantes interpretaron el “área de trabajo” (una pieza plana de 4 x 8) con la superficie de la mesa en que se encontraba el computador con las instrucciones.

Sin embargo y en concordancia con la forma en que se presentan las instrucciones en la mayoría de las actividades en ambientes virtuales, no siempre resulta posible representar en imágenes las instrucciones, pues algunas poseen propiedades puramente lingüísticas que no son susceptibles de representación gráfica y no se incluyeron.

La evaluación de los modelos diseñados por los participantes a partir de las instrucciones se realizó con cuatro instrumentos de evaluación (ver Apéndices A, B, C y D). Los instrumentos para los niveles de complejidad 1 y 3 se diseñaron únicamente para examinar la ubicación de las piezas dentro del área de trabajo,

mientras que en los niveles 2 y 4 se incluye también la evaluación del color de la pieza Lego. Sin embargo, al analizar los diseños reales, se hizo evidente la necesidad de agregar un elemento a examinar en la totalidad de las listas de chequeo: la forma de la pieza. Aunque los errores en la selección de la forma de las piezas no fueron constantes, sí se presentaron.

El análisis de confiabilidad a través del método de mitades partidas de los datos arrojó una alpha de Cronbach de .918; considerada como alta confiabilidad.

Otro de los elementos a considerar revelado por la aplicación de la prueba piloto fue la consideración de aleatorizar el orden de presentación de los niveles de complejidad de los diseños a construir por los participantes. Durante el pilotaje se aplicaron de forma ascendente: (N1: Diseño de 2 dimensiones con piezas de colores genéricos, N2: Diseño de 2 dimensiones con piezas de colores específicos, N3: Diseño de 3 dimensiones con piezas de colores genéricos y N4: Diseño de 3 dimensiones con piezas de colores específicos). La presentación en orden ascendente podría intervenir como entrenamiento en el uso de las piezas o experiencia en el contacto con las instrucciones de la naturaleza de la prueba y podría incidir en los resultados de las pruebas.

Como resultados de la prueba piloto y con el objetivo de sumar elementos que contribuyan a la validez de la presente investigación se decidió modificar el orden de aplicación de las situaciones experimentales, de modo que durante la situación experimental se aleatorizó el orden en que se presentaron los niveles de complejidad de la tarea; de este modo, el nivel de complejidad aplicado no fue creciente. Dicho movimiento se realizó con la intención de descartar la experiencia del usuario en el uso de las piezas Lego y en el seguimiento de instrucciones como factor de influencia en el desempeño al construir los diseños.

En este sentido, se procedió a realizar las permutaciones sin repetición del orden de aplicación de los niveles de complejidad en la tarea experimental en la aplicación Wolfram Alpha, dando como resultado 24 posibles configuraciones, que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6

Permutaciones sin repetición de orden de los niveles de complejidad (1,2,3,4)

Permutaciones (1, 2, 3, 4)			
1234	2134	3124	4123
1243	2142	3142	4132
1324	2314	3214	4231
1342	2341	3241	4213
1423	2413	3412	4312
1432	2431	3421	4321

Posteriormente, se procedió a asignar de manera aleatoria la permutación a cada uno de los 60 participantes de los 4 grupos, empleando el software Microsoft Excel 2016, resultando siguiente asignación representada en la Tabla 7.

Además, se empleó un formato electrónico básico de datos demográficos de los participantes en el cual se les preguntó su edad, sexo y la licenciatura que cursa.

Tabla 7

Asignación aleatoria de presentación de nivel de complejidad de tarea

Grupos							
ITP		ITV		IPP		IPV	
Participante	Orden	Participante	Orden	Participante	Orden	Participante	Orden
P1	2413	P16	2143	P31	1432	P46	2134
P2	3124	P17	4321	P32	2341	P47	2134
P3	2413	P18	2314	P33	1324	P48	3214
P4	4312	P19	4312	P34	3412	P49	1432
P5	2143	P20	1432	P35	4213	P50	1423
P6	1423	P21	3142	P36	4123	P51	3241
P7	4213	P22	3241	P37	4231	P52	3214
P8	3421	P23	4132	P38	1324	P53	1234
P9	4132	P24	4231	P39	1423	P54	1342
P10	1243	P25	4213	P40	3412	P55	4312
P11	1243	P26	1243	P41	2341	P56	3142
P12	1342	P27	3214	P42	3412	P57	3142
P13	2314	P28	4321	P43	3421	P58	4123
P14	1324	P29	3124	P44	1234	P59	4231
P15	4123	P30	2431	P45	3124	P60	2341

Nota: ITP: Instrucción Tradicional Presencial
 ITV: Instrucción Tradicional Virtual
 IPP: Instrucción Programada Presencial
 IPV: Instrucción Programada Virtual

De este modo, y a manera de ejemplo, el participante P37, será expuesto a la situación experimental iniciando por el nivel de complejidad número 4, después el 2, luego el 3 y finalmente el 1.

Recolección de datos

Al revisar la literatura en torno a la medición de seguimiento de instrucciones desde enfoques conductuales, es posible encontrar el término *compliance*, mismo que hace referencia a la ejecución específica de la instrucción proporcionada y no otra cosa (Allison, Wilder, Teo, Flynn y Myers, 2011; Ngoro, Hanley, Tiger y Heal, 2006; Normand, Kestner y Jessel, 2010; Sy, Donaldson, Vollmer y Pizarro, 2014).

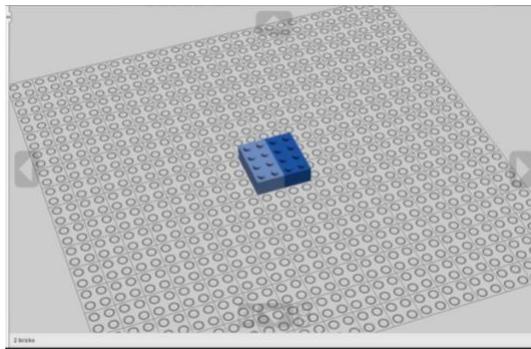
De este modo, es posible realizar la medición del seguimiento de instrucciones, para este experimento particular, a través de un instrumento de evaluación generado directamente a partir de las instrucciones de la tarea experimental. En este sentido, se diseñó un instrumento compuesto por cuatro secciones correspondientes a cada uno de los niveles de complejidad que permiten evaluar el éxito en el seguimiento de instrucciones a través del análisis de las figuras construidas por los participantes (ver Apéndices A, B, C y D). La evaluación de cada diseño se realizó sumando una unidad por cada criterio de las instrucciones que fue cumplido correctamente, de modo que de la instrucción hipotética *“coloca una pieza de 2 x 4 de color verde en la esquina superior izquierda...”* se evalúa y suma el tamaño de la pieza (1), más el color de la pieza (1), más su posición (1) en caso de que todos los criterios hayan sido cumplidos. En los niveles de complejidad 1 y 3, los puntajes obtenidos por ítem van entre cero y dos, mientras que en los niveles de complejidad 2 y 4, los puntajes pueden variar entre 0 y 3.

La medición del seguimiento de instrucciones a través del uso de piezas LEGO se puede ejemplificar de la siguiente manera:

1. El primer paso es colocar una pieza de 2x4 cerca del centro del área de trabajo.✓ (1 correspondiente al tamaño + 1 correspondiente a la ubicación = 2)
2. El segundo paso consiste en colocar una pieza de 2 x 4 junto a la primera de manera paralela.✓ (1 correspondiente al tamaño + 1 correspondiente a la ubicación = 2) (ver Figura 7).

Figura 7

Ejemplo de seguimiento de instrucciones

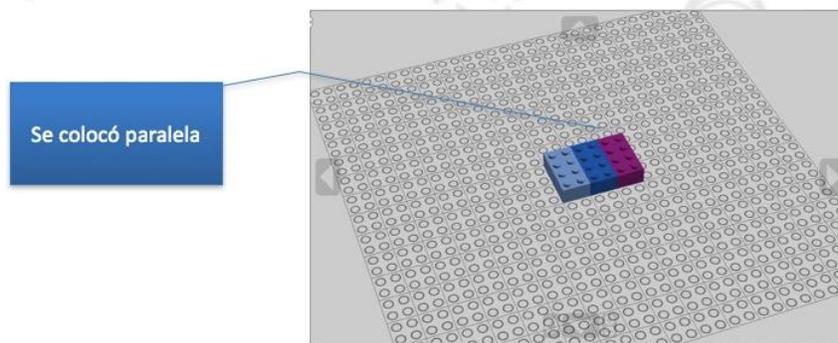


3. El tercer paso consiste en colocar una pieza de 2 x 4 de color verde junto a las que ya tienes colocadas, esta vez de manera perpendicular a ellas.✗ (1 correspondiente al tamaño + 0 por color erróneo + 0 por posición errónea = 1) (ver Figura 8).

Nota: Las tareas experimentales en las modalidades virtuales se han montado en el sitio <https://efrain.moodlecloud.com/> (ver Apéndice E)

Figura 8

Ejemplo de no seguimiento de instrucciones



Participantes

Se trabajó con 60 estudiantes de diversas licenciaturas (ver Tabla 8) de la Universidad de Xalapa entre 18 y 30 años, mexicanos, de los cuales 50% fueron hombres y 50% mujeres

Tabla 8

Datos sociodemográficos de los participantes

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
Edad	18	30	21	1.94
	Frecuencia		Porcentaje	
Campo disciplinar				
Educación y humanidades	19		31.7	
Ciencias administrativas	23		38.3	
Ing., manufactura y construcción	6		10	
Ciencias de la salud	12		20	
Licenciatura				
Administración de empresas	3		5	
Arquitectura	1		1.7	
Ciencias de la educación	3		5	
Ciencias y técnicas de la comunicación	9		15	
Contaduría y finanzas	9		15	
Derecho	7		11.7	
Ingeniería mecatrónica	5		8.3	
Mercadotecnia	3		5	
Negocios internacionales	8		13.3	
Psicología	12		20	

Grupo instrucción tradicional presencial

La distribución de los datos sociodemográficos pertenecientes al grupo de instrucción tradicional en modalidad presencial se puede observar en la Tabla 9.

Tabla 9

Datos sociodemográficos del grupo ITP

Edad	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
	19	24	20.53	1.5
	Frecuencia		Porcentaje	
Sexo				
Hombres	4			26.7
Mujeres	11			73.3
Campo disciplinar				
Educación y humanidades	7			46.7
Ciencias administrativas	3			20
Ing., manufactura y construcción	2			13.3
Ciencias de la salud	3			20
Licenciatura				
Ciencias de la educación	1			6.7
Ciencias y tec. de la comunicación	4			26.7
Derecho	2			13.3
Contaduría y finanzas	2			13.3
Ingeniería mecatrónica	2			13.3
Negocios internacionales	1			6.7
Psicología	3			20

Grupo instrucción tradicional virtual

La Tabla 10 muestra la forma en que se distribuyen los datos sociodemográficos correspondientes al grupo con instrucción tradicional en modalidad virtual.

Tabla 10

Datos sociodemográficos del grupo ITV

Edad	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
	20	24	21.3	1.34
	Frecuencia		Porcentaje	
Sexo				
Hombres	6		40	
Mujeres	9		60	
Campo disciplinar				
Ciencias administrativas	14		93.3	
Ciencias de la salud	1		6.7	
Licenciatura				
Administración de empresas	3		20	
Contaduría y finanzas	5		33.3	
Mercadotecnia	2		13.3	
Negocios internacionales	4		26.7	
Psicología	1		6.7	
Administración de empresas	3		20	
Contaduría y finanzas	5		33.3	

Grupo instrucción programada presencial

Los datos sociodemográficos pertenecientes al grupo con instrucción programada en modalidad presencial se encuentran representados en la Tabla 11.

Tabla 11

Datos sociodemográficos del grupo IPP

Edad	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
	19	30	21.7	2.78
	Frecuencia		Porcentaje	
Sexo				
Hombres	9		60	
Mujeres	6		40	
Campo disciplinar				
Educación y humanidades	4		27.7	
Ciencias administrativas	2		13.3	
Ing., manufactura y construcción	2		13.3	
Ciencias de la Salud	7		46.7	
Licenciatura				
Contaduría y finanzas	1		6.7	
Derecho	4		26.7	
Ingeniería mecatrónica	2		13.3	
Negocios internacionales	1		6.7	
Psicología	7		46.7	

Grupo instrucción programada virtual

La Tabla 12 describe los datos demográficos obtenidos durante el trabajo de campo correspondientes al grupo con instrucción programada en modalidad virtual.

Tabla 12

Datos sociodemográficos del grupo IPV

Edad	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
	18	23	20.4	1.68
	Frecuencia		Porcentaje	
Sexo				
Hombres	11		73.3	
Mujeres	4		26.7	
Campo disciplinar				
Educación y humanidades	8		53.3	
Ciencias administrativas	4		26.7	
Ing., manufactura y construcción	2		13.3	
Ciencias de la Salud	1		6.7	
Licenciatura				
Administración de empresas	3		20	
Contaduría y finanzas	5		33.3	
Mercadotecnia	2		13.3	
Negocios internacionales	4		26.7	
Psicología	1		6.7	

Criterios de inclusión

- Matrícula en cualquier programa de licenciatura de la Universidad de Xalapa.
- Participación voluntaria en el experimento
- Conocimiento básico del uso de una computadora

Criterios de exclusión

- Imposibilidad física para manejar las piezas LEGO
- Diagnóstico de daltonismo
- Ceguera
- Desconocimiento lingüístico de las palabras empleadas en las instrucciones

Criterios de eliminación

- Abandono del experimento sin concluir los cuatro niveles de complejidad

Procedimiento

La primera fase de esta investigación implicó la realización de una búsqueda bibliográfica relacionada con el seguimiento de instrucciones en sus diferentes vertientes, concepciones teóricas y modalidades de aprendizaje empleando fuentes de información válidas y confiables (EBSCO Host, Science Direct, ERIC, Redalyc, etc.). Este primer paso abonó a plantear el problema de investigación, la pregunta de investigación, a justificar la necesidad de su realización y conocer el estado actual del conocimiento en el campo de investigación.

A partir de lo anterior y para poder analizar el fenómeno de la contribución de las instrucciones en la educación virtual, se integró un marco teórico que permite conocer las implicaciones filosóficas y teórico-conceptuales necesarias para el análisis abstracto del fenómeno a investigar.

Al integrar los pasos anteriores, se procedió a realizar el diseño metodológico a través de un diseño experimental que permitiera dar respuesta a la pregunta de investigación. Consecuentemente, se concibió la tarea experimental (ver Apéndice F) junto con los instrumentos de evaluación; acto seguido, se realizó una prueba piloto de los materiales. A partir de ello, se realizaron los ajustes necesarios tanto a la tarea experimental como a los instrumentos de evaluación.

A continuación, se procedió a seleccionar la población y la muestra de los participantes con quien se trabajó. Para ello, fue necesario solicitar la colaboración y autorización de las autoridades pertinentes de la Universidad de Xalapa para trabajar con sus estudiantes. Después de concedido lo anterior, se envió el siguiente mensaje de invitación a través del Campus Virtual del centro de estudios antes mencionado de forma individual a todos los alumnos: “Estimado alumno, se solicitan participantes para un experimento de seguimiento de instrucciones para la construcción de diseños con piezas lego, si te interesa participar, preséntate en la Dirección de Educación en Línea o contesta este mensaje”.

Se trabajó con los primeros 75 estudiantes que se ofrecieron a participar voluntariamente, y se le asignó un grupo a cada uno de forma aleatoria (15 para la prueba piloto y 60 para la tarea experimental final). La prueba piloto permitió realizar ajustes en las instrucciones y en el sistema de presentación de las mismas tanto en instrucción tradicional como en programada.

La aplicación de la tarea experimental se realizó de forma individual en una computadora marca Hewlett Packard con procesador Intel i3 con 16 Gb de RAM y pantalla de 21 pulgadas.

Una vez concluido el trabajo de campo, se procedió a evaluar los diseños de los participantes, tanto en forma física como en forma electrónica para los diferentes grupos respectivamente.

Posteriormente, se integró la base de datos de los participantes y se realizó el análisis de los mismos. Lo anterior permitió obtener los resultados de la investigación y finalmente la integración de las conclusiones y recomendaciones.

Procesamiento de datos

Como producto del trabajo de campo se registraron los siguientes datos: a) el puntaje de seguimiento de instrucciones por cada nivel de complejidad; b) el puntaje de seguimiento de instrucciones total; c) el sexo del participante; d) el grupo asignado al participante; e) el campo disciplinar de la licenciatura que estudia el participante; f) el tiempo empleado para realizar la tarea experimental en cada nivel de complejidad; g) el tiempo empleado para realizar la tarea experimental total, y; h) la edad del participante.

El procesamiento de los datos obtenidos a través del trabajo de campo se realizó de distintas maneras; a saber:

Se obtuvieron los estadísticos descriptivos para los cuatro grupos.

Se realizaron pruebas t de Student para comparar las medias del puntaje total del seguimiento de instrucciones, del tiempo total empleado en la tarea experimental, entre todas las combinaciones de los grupos, también se compararon las medias de ejecución de seguimiento de instrucciones y tiempo en grupos con arreglos experimentales híbridos (ITV e IPP) y no híbridos (ITP e IPV), entre modalidades (virtual y presencial independientemente del tipo de instrucción) y entre tipos de instrucción independientemente de la modalidad. Se realizaron también pruebas t de Student comparando a los participantes hombres con mujeres tanto de seguimiento de instrucciones como de tiempo empleado en la tarea.

Además, se realizaron análisis correlacionales del seguimiento de instrucciones total con el tiempo total para realizar la tarea, con la edad del participante y con la complejidad instruccional.

También se realizaron análisis ANOVA de un factor con pruebas post hoc de Scheffe y Bonferroni para comparar todos los grupos tanto en seguimiento de instrucciones como en tiempo empleado para realizar la tarea.

Además, se compararon las medias de ejecución de seguimiento de instrucciones y entre tiempo empleado en la tarea entre los cuatro niveles de complejidad en todas las combinaciones posibles.

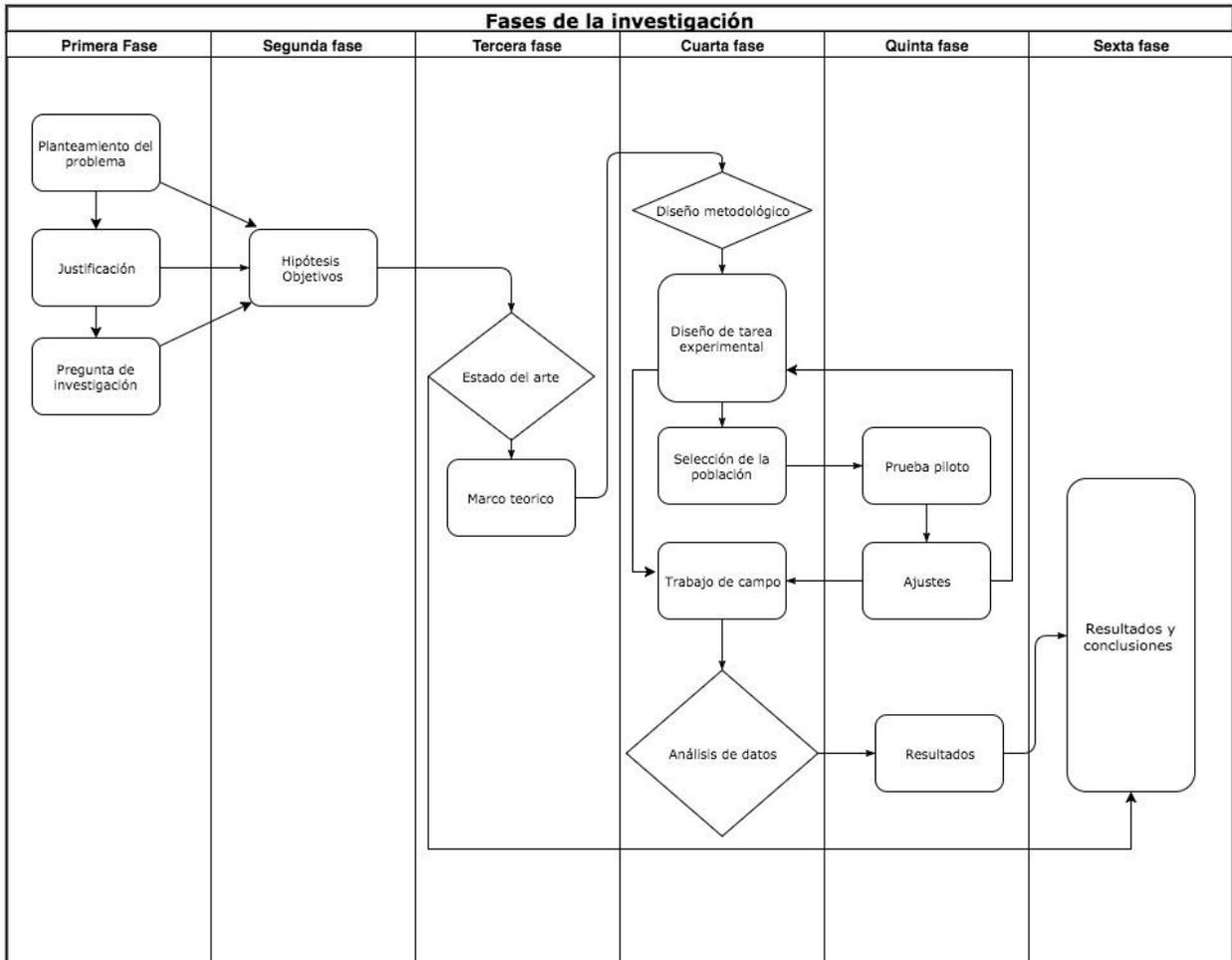
Finalmente, se realizaron regresiones múltiples para conocer cuál de las variables (edad, sexo, tiempo empleado en la tarea, campo disciplinar, complejidad instruccional) puede explicar la variable de seguimiento de instrucciones.

El nivel de significancia al que se trabajó para la aceptación o rechazo de hipótesis de investigación fue de .05 o menos.

Para hacer más explícitas las fases en el proceso de este estudio, se integró la Figura 9, misma que se muestra a continuación.

Figura 9

Diagrama de flujo de momentos de la investigación



Resultados y discusión

Como consecuencia del diseño metodológico anteriormente mencionado, se procedió a llevar a cabo el trabajo de campo. En el presente material se muestran los resultados de la aplicación de la situación experimental para los cuatro grupos experimentales constituidos por 15 participantes cada uno, en los cuatro diferentes niveles de complejidad de la tarea (N1, N2, N3, N4).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras examinar los diseños finales de los participantes a través del instrumento de evaluación.

Presentación de resultados

Resultados por grupo

Grupo instrucción tradicional presencial

La Tabla 13 muestra los estadísticos descriptivos del grupo con instrucción tradicional presencial correspondiente a las variables de seguimiento de instrucciones y tiempo de ejecución de la tarea. Cabe mencionar que el cuarto nivel de complejidad tiene la media de seguimiento de instrucciones más alta (16.73), mientras que el nivel de complejidad 1 presenta el menor tiempo de ejecución.

Tabla 13

Estadísticos descriptivos del grupo ITP

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
Seguimiento de instrucciones				
Complejidad				
Nivel 1	5	12	8.73	2.76
Nivel 2	12	18	15.87	2.56
Nivel 3	7	12	10.20	2.04
Nivel 4	12	18	16.73	1.58
Total	43	60	51.53	5.80
Tiempo				
Complejidad				
Nivel 1	427	1023	603.13	154.10
Nivel 2	377	1161	616.73	205.76
Nivel 3	302	720	562.67	115.94
Nivel 4	461	869	663.47	112.40
Total	1733	3305	2446.00	416.29

Nota: ITP: Instrucción Tradicional Presencial

Grupo instrucción tradicional virtual

Los estadísticos descriptivos obtenidos a partir del análisis del desempeño en seguimiento de instrucciones y tiempo de ejecución empleado en la tarea de los participantes del grupo con instrucción tradicional virtual se presentan en la Tabla 14. Es posible observar que la media en el seguimiento de instrucciones más alta (17.74) corresponde al nivel de complejidad más alto (4); mientras que, en la variable de tiempo empleado en la tarea, fue también el cuarto nivel de complejidad el que presenta la media menor (260).

Tabla 14

Estadísticos descriptivos del grupo ITV

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
Seguimiento de instrucciones				
Complejidad				
Nivel 1	2	12	8.53	3.31
Nivel 2	11	18	15.53	2.83
Nivel 3	2	12	10.00	2.85
Nivel 4	15	18	17.47	0.99
Total	44	58	51.53	4.02
Tiempo				
Complejidad				
Nivel 1	228	951	423.13	202.64
Nivel 2	249	517	360.00	91.19
Nivel 3	155	568	299.47	126.61
Nivel 4	162	493	260.87	92.40
Total	996	1834	1343.47	260.15

Nota: ITV: Instrucción Tradicional Virtual

Grupo instrucción programada presencial

El análisis de los datos correspondientes al desempeño en la tarea experimental del grupo con instrucción programada presencial se presenta en la Tabla 15. Cabe notar que, en este grupo, la media más alta en el seguimiento de instrucciones fue presentada por el cuarto nivel de complejidad; por otro lado, el nivel de complejidad 1 obtuvo la media menor en el tiempo empleado para la tarea.

Tabla 15

Estadísticos descriptivos del grupo IPP

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
Seguimiento de instrucciones				
Complejidad				
Nivel 1	6	12	9.93	2.02
Nivel 2	10	18	15.40	2.47
Nivel 3	10	12	11.60	0.74
Nivel 4	15	18	17.33	0.98
Total	47	60	54.27	3.71
Tiempo				
Complejidad				
Nivel 1	339	924	514.20	173.30
Nivel 2	362	1138	556.40	208.05
Nivel 3	250	1099	523.47	200.61
Nivel 4	421	902	644.53	148.18
Total	1712	3072	2238.60	389.72

Nota: IPP: Instrucción Programada Presencial

Grupo instrucción programada virtual

El grupo con instrucción programada en la modalidad virtual mostró el desempeño más alto en el seguimiento de instrucciones en el nivel de complejidad número 4; mientras que en el nivel 2 se empleó la menor cantidad de tiempo en la realización de la tarea (ver Tabla 16).

Tabla 16

Estadísticos descriptivos del grupo IPV

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. St.
Seguimiento de instrucciones				
Complejidad				
Nivel 1	1	12	8.27	3.79
Nivel 2	4	18	15.47	3.72
Nivel 3	0	12	10.33	3.37
Nivel 4	7	18	16.93	2.81
Total	12	60	51.00	12.24
Tiempo				
Complejidad				
Nivel 1	441	1090	678.93	198.42
Nivel 2	363	1039	598.73	206.70
Nivel 3	383	1353	773.73	296.58
Nivel 4	463	1282	785.33	269.22
Total	2048	4420	2836.73	562.96

Nota: IPV: Instrucción Programada Virtual

Comparación entre grupos

La Tabla 17 muestra las medias del puntaje de seguimiento de instrucciones y tiempo empleado en la tarea para todos los grupos. El grupo con instrucción programada presencial muestra la media más alta (54.27); mientras que el grupo con instrucción tradicional virtual obtuvo la media más baja (1343 segundos).

Tabla 17

Estadísticos descriptivos de las variables seguimiento de instrucciones y tiempo empleado en la tarea de los cuatro grupos.

Grupo	Mínimo		Máximo		Media		Des. St.	
	Seg. Inst.	Tiempo	Seg. Inst.	Tiempo	Seg. Inst.	Tiempo	Seg. Inst.	Tiempo
Instrucción Tradicional Presencial	43	1733	60	3305	51.53	2446.00	51.53	416.29
Instrucción Tradicional Virtual	44	996	58	1834	51.53	1343.47	51.53	260.15
Instrucción Programada Presencial	47	1712	60	3072	54.27	2238.60	54.27	389.72
Instrucción Programada Virtual	12	2048	60	4420	51.00	2836.73	51.00	562.96

Se compararon los resultados para identificar si existían diferencias entre grupos, sexos y campos disciplinares en el seguimiento de instrucciones y en tiempo empleado en la tarea. Los resultados indican que entre los grupos sólo existen diferencias en el seguimiento de instrucciones y el tiempo empleado en la tarea (ver Tabla 18).

Tabla 18

Comparación entre grupos en seguimiento de instrucciones y tiempo empleado en la tarea

Grupo	ITV		IPP		IPV	
	Seguimiento de instrucciones	Tiempo	Seguimiento de instrucciones	Tiempo	Seguimiento de instrucciones	Tiempo
ITP	No	Si*	No	No	No	No
ITV	No		No	Si**	No	Si***
IPP					No	Si****

*Sig. .000, Medias ITP: 2246, ITV: 1343.46

** Sig. .000, Medias ITV: 1343.46, IPP: 2238.60

*** Sig. .000, Medias ITV:1343.36, IPV: 2836.73

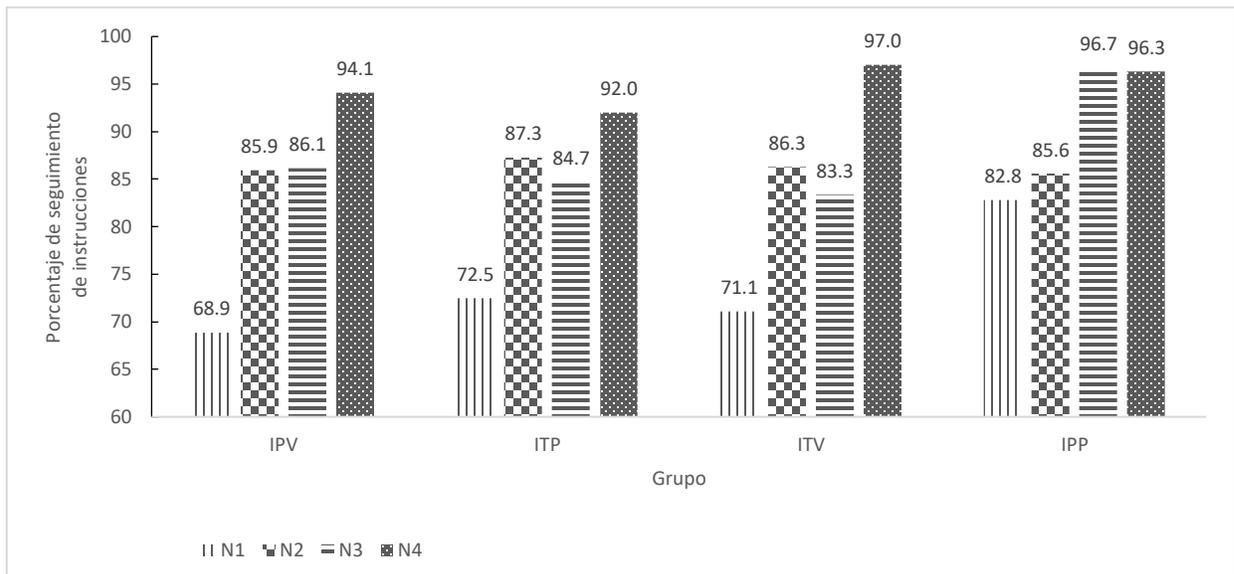
****Sig. 002, Medias, IPP: 2238.60, IPV: 2836.73

Nota: ITP: Instrucción Tradicional Presencial
 ITV: Instrucción Tradicional Virtual
 IPP: Instrucción Programada Presencial
 IPV: Instrucción Programada Virtual

Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, la Figura 10 hace evidente que el grupo con instrucción programada presencial obtuvo los resultados más altos en seguimiento de instrucciones.

Figura 10

Seguimiento de instrucciones por grupos



Nota: ITP: Instrucción Tradicional Presencial
 ITV: Instrucción Tradicional Virtual
 IPP: Instrucción Programada Presencial
 IPV: Instrucción Programada Virtual

N1: Nivel de complejidad 1
 N2: Nivel de complejidad 2
 N3: Nivel de complejidad 3
 N4: Nivel de complejidad 4

Comparación global entre tipos de instrucción y modalidades

Se realizó un análisis comparativo de las medias de las variables de seguimiento de instrucciones y tiempo empleado en la tarea de grupos que se conformaron por tipo de instrucción ([ITP e ITV] con [IPP e IPV]) y por modalidad ([ITP e IPP] con [ITV e IPV]). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 19, cabe mencionar que únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable tiempo en el análisis por tipo de instrucción.

Tabla 19

Comparación de grupos conforme al tipo de instrucción y modalidad

	Instrucción programada (IP)		Modalidad virtual (V)	
	IPP e IPV		ITV e IPV	
	Seguimiento de instrucciones	Tiempo	Seguimiento de instrucciones	Tiempo
Instrucción tradicional (IT) ITP e ITV	No	Sí*		
Modalidad presencial (P) ITP e IPP			No	No

* Sig. .000, Media IP:2537.66, IT: 1894.73

Nota: ITP: Instrucción Tradicional Presencial

ITV: Instrucción Tradicional Virtual

IPP: Instrucción Programada Presencial

IPV: Instrucción Programada Virtual

Análisis globales

Se realizaron análisis correlacionales de los datos correspondientes a las variables de seguimiento de instrucciones, complejidad, tiempo empleado en la tarea y edad del participante. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 20. La correlación más elevada de tipo positivo es entre el seguimiento de instrucciones y la complejidad instruccional.

Tabla 20

Análisis correlacional de seguimiento de instrucciones, complejidad y tiempo

	Correlaciones			
	Complejidad		Tiempo	
	p	Sig.	p	Sig.
Seguimiento de instrucciones	0.459	0.024	-0.022	0.987

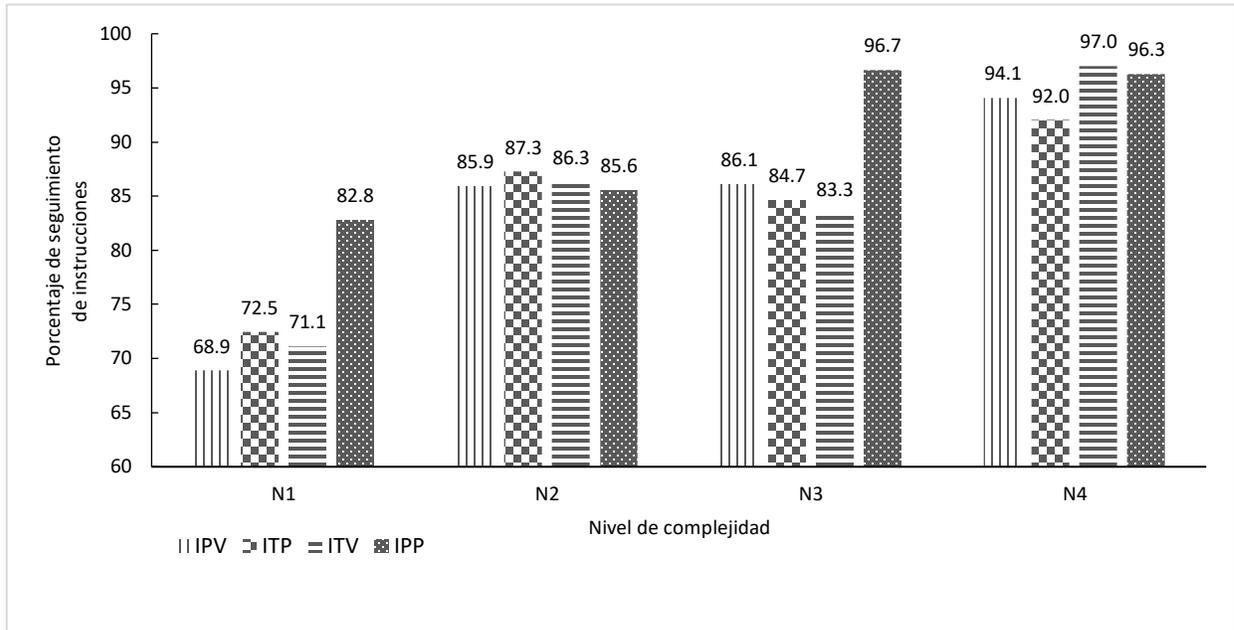
Adicionalmente, se realizó una prueba t de Student con el objetivo de comparar las medias de seguimiento de instrucciones entre hombres y mujeres, misma que indicó que no existen diferencias entre los dichos grupos.

Análisis por nivel de complejidad

Al analizar los datos del desempeño en el seguimiento de instrucciones en la totalidad de los grupos correspondientes a los diferentes niveles de complejidad se generó una gráfica que advierte la superioridad en el seguimiento de instrucciones en el nivel más complejo, así como puntajes más bajos en el nivel menos complejo (ver Figura 11).

Figura 11

Seguimiento de instrucciones por nivel de complejidad



Nota: ITP: Instrucción Tradicional Presencial
ITV: Instrucción Tradicional Virtual
IPP: Instrucción Programada Presencial
IPV: Instrucción Programada Virtual
N1: Nivel de complejidad 1
N2: Nivel de complejidad 2
N3: Nivel de complejidad 3
N4: Nivel de complejidad 4

Discusión

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la contribución didáctica del planteamiento de las instrucciones, en las modalidades educativas presencial y virtual en el seguimiento de las mismas en un grupo de estudiantes universitarios; se trabajó con 60 participantes distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos: a) con instrucción tradicional en modalidad presencial, b) con instrucción tradicional en modalidad virtual, c) con instrucción programada en modalidad presencial y, d) con instrucción programada en modalidad virtual. Se diseñó un arreglo experimental que consistió en el seguimiento de instrucciones para construir un diseño con piezas LEGO® con cuatro diferentes niveles de complejidad aplicados de manera aleatoria a cada participante. Se realizaron comparaciones entre los grupos, niveles de complejidad y grupos constituidos con base en los datos demográficos de los participantes del seguimiento de instrucciones y el tiempo empleado para realizar la tarea experimental. Además, se realizaron análisis correlacionales de entre las variables antes mencionadas y la complejidad instruccional.

De este modo y a través del análisis de resultados, se acepta la hipótesis propuesta para este trabajo, que afirma que no existen diferencias estadísticamente significativas en el seguimiento de instrucciones entre los grupos de estudiantes universitarios que realizan una tarea con modalidad virtual o presencial ni con instrucción tradicional o instrucción programada. En contraposición, se rechaza la hipótesis que afirma que no existe relación entre la complejidad instruccional y el seguimiento de instrucciones en un grupo de estudiantes universitarios.

Al observar los resultados de las pruebas comparativas del seguimiento de instrucciones entre los cuatro grupos experimentales, es posible afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos de estudiantes universitarios con instrucción tradicional y programada ni entre la modalidad presencial y virtual. Sin embargo, el grupo con instrucción tradicional virtual

empleó significativamente menor tiempo en la tarea que el resto de los grupos; mientras que el grupo con instrucción programada presencial obtuvo la media más alta en el seguimiento de instrucciones.

Al no encontrar diferencias funcionales en los efectos de la forma de plantear las instrucciones, los resultados de este estudio difieren con lo propuesto por Ortiz et al. (2010) y Ortiz y Cruz (2011); puesto que las diferentes características de las instrucciones en este caso, no generaron efectos diferenciados en la conducta de los participantes ni influyó en la probabilidad de éxito y concreción de la tarea asignada. Esta diferencia en los resultados puede deberse a que Ortiz et al. (2010) y Ortiz y Cruz (2011) emplearon un arreglo experimental denominado igualación a la muestra de primer orden. Una de las principales diferencias entre el método empleado por ellos y el de la presente investigación es la modalidad en que se presentan las instrucciones. Mientras que en el método de igualación a la muestra de primer orden se presenta una instrucción abstracta sin propiedades lingüísticas, es decir, en términos de relaciones entre estímulos y no con palabras; en el presente estudio se emplean instrucciones empleando lenguaje. Además, la naturaleza de la tarea experimental también presenta diferencias; la igualación a la muestra requiere únicamente que el participante seleccione en una computadora un estímulo, más no que manipule dimensionalmente los elementos de la tarea experimental. Además, la tarea experimental de igualación a la muestra requiere necesariamente de una computadora y por tanto no se realizaron comparaciones entre modalidades físicas y virtuales de la tarea experimental.

De manera similar, se discrepa con lo sostenido por Garnier y de Vries (2016) y Mayer (2014b), quienes también afirman que la manera en que se presentan las instrucciones tiene impacto directo sobre el procesamiento de la información en la memoria de trabajo. Por lo tanto y de acuerdo con la teoría, debería tener también impacto en la ejecución de la instrucción. Es posible atribuir las diferencias en los resultados encontrados a tres características principales de los estudios: a) la naturaleza de la tarea experimental (solo física vs física y virtual), b) el estudio de Garnier y de Vries analiza nudos en términos de su

calidad, lo cual puede sujetarse a mediciones subjetivas y, c) El análisis de las propiedades de la instrucción en el estudio de Gernier y de Vries se realizó en función del medio en el que se presentan las instrucciones (video, texto y audio), más no de las características de la instrucción en sí.

En contraposición, al no encontrar diferencias en el seguimiento de instrucciones en las modalidades virtuales y presenciales, independientemente del tipo de instrucción se coincide con Emerson y Mackay (2011) al abonar al cuerpo de investigación que no ha encontrado diferencias significativas entre los resultados de estudios comparativos entre la modalidad presencial y la virtual. Es posible que esto se deba a que los participantes se encuentran inmersos en un ambiente de modalidades mixtas en la mayoría de las actividades en las que se ven involucrados en el día a día, tanto académicas como sociales.

Al no encontrar diferencias entre los grupos con instrucción programada e instrucción tradicional, este estudio coincide con lo encontrado por Allen y Waterman (2015) quienes sugieren que guardar información instruccional para ejecutar una tarea implica factores adicionales a la repetición verbal y rechaza lo afirmado por Yang et al. (2014), quien sostiene que las instrucciones verbales se almacenan en el bucle fonológico, por tanto, la repetición presente en la instrucción programada (IP) a través de la retroalimentación inmediata debería generar mejores resultados en el seguimiento de instrucciones; se difiere también con Jaroslawska (2016) quien sostiene que si el tiempo entre la recepción de una instrucción y la ejecución de la misma excede la capacidad de la memoria de trabajo, el participante debe mantener activamente la instrucción en la memoria de trabajo a través de la repetición para poder ejecutar la instrucción. Los hallazgos de este estudio se contraponen a lo afirmado por Yang y Jaroslawska, puesto que, si fuera así, los grupos con IP tendrían un desempeño significativamente superior en el seguimiento de instrucciones a causa de la repetición presente en la retroalimentación.

Gathercole y Alloway (2008) argumentan que cada persona tiene una capacidad de memoria de trabajo diferente, y que su habilidad para seguir

instrucciones depende de ello; esto se debería ver reflejado en diferencias significativas entre alguna de las comparaciones realizadas en este estudio. Sin embargo, los resultados muestran un seguimiento de instrucciones sin diferencias estadísticamente significativas entre todos los participantes y, por tanto, capacidades de memoria de trabajo equivalentes.

Gathercole y Alloway (2008) también argumentan que en muchas de las ocasiones parece que el participante que no sigue instrucciones correctamente, no ha prestado atención, cuando realmente sólo ha olvidado qué es lo que tiene que hacer. Surgen entonces preguntas referentes a explicaciones circulares ad infinitum y la necesidad de definir las formas de evidenciar la presencia o uso de dichos eventos psicológicos.

Aunque se realizaron comparaciones entre grupos de edad (18 a 22 y 23 a 30) no se encontraron diferencias significativas en el seguimiento de instrucciones; esto coincide con lo afirmado por Water y Caplan (2006) quienes argumentan que la capacidad de procesamiento de los adultos y los jóvenes es equivalente, y que es posible que la capacidad de la memoria de trabajo no se encuentra correlacionada con el procesamiento de atributos semánticos o sintácticos de las oraciones en ambientes no presenciales. Sin embargo, debido a las características de la muestra (edades de entre 18 y 30 años), se sugiere la aplicación de la misma tarea experimental a grupos etarios más amplios con diferencias de maduración y con o sin contacto escolar y con sistemas de software, con el objetivo de comparar y contrastar los resultados de Kim en 2008, quien afirma que los jóvenes siguen mejor las instrucciones que los mayores. Además, este hecho podría abonar a los estudios que ponen a prueba la noción de natividad digital propuesto por Prensky en 2001 que afirma que los nativos digitales pueden tener una ventaja que permite la puesta en marcha de habilidades visoespaciales y seguimiento de instrucciones en diversos formatos debido a la experiencia en los ambientes virtuales.

De manera similar, una posible variante de este estudio podría estar implicar realizar estudios con muestras con diferente nivel de escolaridad, pues es posible

que la experiencia en los sistemas de instrucción y educación formal se encuentren interviniendo en el seguimiento de instrucciones.

Garnier y de Vries (2016) sostienen que el primer contacto con una instrucción requiere de un procesamiento cognitivo mayor que los contactos subsecuentes. Sin embargo, este estudio no encontró diferencias significativas en el tiempo de ejecución entre los diferentes grupos ni al interior de los mismos en los diferentes niveles de complejidad ni orden de contacto con la instrucción lo que podría indicar que el esfuerzo cognitivo para realizar la tarea en todas las condiciones podría ser el mismo.

Los resultados de este estudio difieren también con lo propuesto por Marroletti y Johnson (2014) quienes argumentan que la interactividad del usuario de un programa instruccional influye de manera directa en la efectividad de los resultados comportamentales. A este respecto, los grupos con instrucción programada contaban implícitamente con un mayor nivel de interactividad que los que contaron con instrucción tradicional. Sin embargo, este factor no constituyó un elemento que condicionara el seguimiento de instrucciones.

Los hallazgos de este estudio discrepan con Yilmazlar, Corapcigil y Toplu (2014), Uhumuavbi y Mamudu (2009) y Vukobratović, Takači, y Milanovic (2013), quienes argumentan mejores desempeños en sus aprendices empleando la instrucción programada, pues no se encontraron diferencias en el seguimiento de instrucciones entre los grupos con IP e instrucción tradicional. Una explicación para ello puede ser la naturaleza de las tareas empleadas en la situación experimental; mientras que los autores antes referidos enfocan sus esfuerzos en conocimientos conceptuales y teóricos, el estudio presente se interesó en funciones procedimentales con propiedades fisicoquímicas.

La ausencia de diferencias entre los grupos con instrucción tradicional y con instrucción programada se contrapone al argumento de que la inmediatez instruccional en la administración de consecuencias a la conducta (psicológica en

el caso de la IP) es un factor fundamental para el aprendizaje de Schutt et al. (2009).

Sin embargo, se coincide con Zettle y Hayes (1985) cuando sostienen que la imposibilidad de monitorear el seguimiento de instrucciones en tiempo real al momento de realizar una tarea y la habilidad del instructor para administrar consecuencias son variables fundamentales intervinientes en el seguimiento. En el presente estudio, no se monitoreó ni corrigió el desempeño de los participantes al momento de realizar los diseños.

La totalidad de las instrucciones en este estudio se proporcionaron de manera escrita, cabe entonces la posibilidad de realizar el mismo tratamiento experimental proporcionando las instrucciones de modo verbal con el objetivo de comprobar el efecto de modalidad propuesto por Sweller et al. (1998) en el seguimiento de instrucciones y los hallazgos relacionados a la reducción de la carga cognitiva en dicha modalidad, reduciendo así el esfuerzo mental para completar tareas propuesto por Tabbers et al. (2004), pues quizá esta puede ser una variante que dé resultados diferentes a los encontrados en este estudio.

O'Neill, Moore y McMullin (2005) suponen que la interacción entre estudiantes tiene efectos positivos sobre el aprendizaje, mismo que puede ser medido a través de un producto terminado; por tanto, una variante en estudios futuros pudiera ser el diseño de arreglos experimentales que comparen el seguimiento de instrucciones en grupos con interacción entre los participantes y sin ella.

Los resultados de este estudio se contraponen a los de Angiello (2010) y Angelino y Natvig (2010), quienes argumentan que la modalidad virtual es más exitosa que la presencial. Sin embargo, en ambos estudios el tiempo invertido en realizar las tareas es mayor en la modalidad virtual y es probable que esa variable pueda predecir mejor el desempeño de los participantes que la propia modalidad.

Los resultados de esta investigación coinciden con lo propuesto por Pegalajar (2016), Warren y Holloman (2005) y Dellana et al. (2000) al no encontrar diferencias significativas entre los resultados de aprendizaje en modalidades en línea y tradicionales. En este respecto, se puede llegar opcionalmente a tres conclusiones: a) aunque los avances tecnológicos han transformado las formas de estructuración y funcionamiento de la sociedad, la aceleración tecnológica no ha sido aprovechada adecuadamente en el ámbito de la educación para generar resultados más efectivos y/o más veloces, b) las modalidades de interacción con los contenidos académicos no juegan un papel fundamental en el aprendizaje o en el desarrollo de competencias y por tanto, la investigación debería enfocarse a lo que se aprende más que a por qué medio se aprende y, c) la habituación al contacto tanto académico como social a través de medios electrónicos de los participantes representa un elemento que balanceó el desempeño en la tarea experimental.

Teóricamente, el hallazgo mencionado en el párrafo anterior cobra sentido con respecto al concepto de objeto referente propuesto por Ibáñez en 2007 – definido como el referente empírico y observable del discurso didáctico y corresponde a las cosas, los eventos o situaciones del mundo real ante los que el estudiante debe desempeñarse de acuerdo con los criterios propuestos por el instructor – El sentido de “objeto” es amplio, pues se puede pensar en organismos, eventos o situaciones que no pueden traerse al plano de la vida real de manera concreta, pero sí a través de imágenes u otros medios que los sustituyan en sus funciones de estímulo, por ejemplo a través de software, generando así, propiedades funcionales equivalentes de los estímulos en la manipulación de piezas LEGO® físicas y virtuales.

Al observar el desempeño en el seguimiento de instrucciones de los distintos grupos en los diferentes niveles de complejidad, fue posible observar que los puntajes más elevados se obtuvieron en el nivel de complejidad más alto. En este sentido, se procedió a realizar un análisis correlacional del puntaje de seguimiento de instrucciones y la complejidad de cada una de las instrucciones empleadas en

la tarea, resultando en una correlación positiva moderada. Es decir, a diferencia de lo que el sentido común podría indicar, el desempeño en el seguimiento de instrucciones es mayor conforme aumenta la complejidad instruccional. Al respecto, se podrían diseñar arreglos experimentales con una variedad mayor de niveles de complejidad, pues se sospecha que esta relación puede invertirse conforme aumenta el nivel de complejidad instruccional. La investigación relacionada con la complejidad instruccional y el seguimiento de instrucciones se considera un campo poco explorado y con riqueza para economizar recursos en las distintas modalidades de enseñanza y aprendizaje.

La noción de conducta gobernada por reglas implica informar al participante acerca de las consecuencias que serán generadas por el seguimiento de las instrucciones verbales como factor motivacional para abonar al control instruccional (Malott y Shane, 2014). Sin embargo, una de las limitantes de este estudio es que no se ofreció ni informó acerca de ningún tipo de reforzamiento adicional por la participación y desempeño en la tarea experimental a diferencia de lo realizado por Teixeira y Paracampo en 2010, quienes ofrecieron dinero y pases de autobús. Se asumió que en la participación voluntaria en el estudio se encontraba implicada la motivación intrínseca para realizar la tarea y que el desempeño no se encontraba mediado por un estímulo o ganancia externa.

Una de las características más significativas de este estudio se encuentra representado por el aporte metodológico implicado en la medición de la complejidad instruccional determinada por el número de elementos implicados en la instrucción y el uso de piezas LEGO para la medición del seguimiento de instrucciones.

El sistema de juegos LEGO ha sido ampliamente utilizado en diversos ámbitos en Psicología y Educación con intereses y aplicaciones diversas, entre ellas la creatividad, las preferencias lúdicas en personas con autismo, los eventos de discriminación condicional, la colaboración, la enseñanza de las matemáticas, la participación cívica, la memoria y la psicología evolutiva entre otras (Ariely, Kamenica y Preleca, 2008; Choi y Kim, 2010; Clayton y Dickinson, 2008, Farr, Yuill

y Raffle, 2010; Farr, Yuill y Hinkse, 2012; Kuba, Byrne, Miesel y Mather, 2006; Miller y Manner, 2010; Norton, Mochon y Ariely, 2011; Owens, Granader, Humphrey y Baron-Cohen, 2008; Pike, 2002; Shelton, Clements-Stephens y Lam, 2011). Sin embargo, el uso de las piezas LEGO® como pretexto metodológico relacionado con la complejidad instruccional y el seguimiento de instrucciones se considera un elemento innovador en este estudio.

La correlación negativa entre el seguimiento de instrucciones y el tiempo empleado en la tarea se puede explicar a través de la teoría psicométrica propuesta por Aiken (2003) relacionada con las pruebas de ejecución y potencia, en las cuales el desempeño efectivo en una tarea no se encuentra determinada por el tiempo disponible para la ejecución de la misma, sino por propiedades intelectuales inherentes al participante; de este modo, el éxito en la tarea se podría explicar por dicha propiedad.

Finalmente, al no encontrar diferencias entre el desempeño en el seguimiento de instrucciones al agrupar a los participantes por campo disciplinar, los resultados de esta investigación se contraponen a los de Solé y Castells (2004). Es probable que la diferencia en la forma de aglomerar los grupos o las características demográficas de las muestras puedan ser factores que intervengan en estos hallazgos. Mientras que Solé y Castells trabajaron con participantes desde los 12 años separados por dominios de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales; en el presente estudio se trabajó con las distintas licenciaturas que estudian los participantes, quienes tienen por lo menos 18 años de edad.

Conclusiones

En el presente estudio se realiza una comparación de la forma de presentación de instrucciones (tradicional vs enseñanza programada) y la modalidad educativa (virtual vs presencial) empleando como pretexto metodológico la construcción de diseños con piezas LEGO® con cuatro niveles de complejidad distintos. Se empleó un instrumento de evaluación de seguimiento de instrucciones construido específicamente para los diseños empleados ($\alpha=.918$). No se encontraron diferencias en el seguimiento de instrucciones en las distintas modalidades instruccionales ni en las distintas formas de presentar instrucciones en todas sus combinaciones. Sin embargo, el grupo con mayor media de seguimiento de instrucciones fue el que recibió instrucción programada en modalidad presencial. No se encontraron diferencias significativas en el seguimiento de instrucciones ni en el tiempo empleado para desarrollar la tarea experimental entre participantes hombres y mujeres. De manera similar, ni la edad ni el campo disciplinar que estudian los participantes representan factores que influyen en el seguimiento de instrucciones. Se encontraron correlaciones positivas entre la complejidad instruccional y el seguimiento de instrucciones; así como correlación negativa entre el seguimiento de instrucciones y el tiempo empleado para realizar la tarea experimental.

Es posible concluir que el seguimiento de instrucciones mantiene una correlación moderada negativa con la complejidad instruccional. Esto quiere decir que, al contrario del sentido común, las instrucciones simples pueden generar comportamientos diferentes al esperado por el instructor. Sin embargo, se cree que esta correlación puede invertirse en algún nivel de complejidad instruccional que implique una demanda cognitiva demasiado grande para la capacidad de procesamiento de los participantes.

El hecho de no encontrar diferencia entre los grupos con diferente tipo de instrucción y en distinta modalidad sugiere la necesidad de realizar análisis del fenómeno desde una mirada funcional de los organismos, eventos y estímulos del

ambiente al momento de interactuar con instrucciones. Cabe insistir en que este análisis debería centrarse en las propiedades funcionales del fenómeno, pues con la investigación presente se analizaron propiedades fisicoquímicas como probable elemento definitorio del seguimiento de instrucciones en los distintos ambientes de aprendizaje.

Se espera que el diseño metodológico creado para este estudio represente un elemento innovador para el estudio del seguimiento de instrucciones y la complejidad instruccional y se sugiere realizar variables de arreglos experimentales empleando: a) grupos etarios más amplios, b) muestras con diferentes niveles de formación profesional, c) muestras con distintos niveles de dominio lingüístico general, d) muestras con y sin experiencia en ambientes virtuales, e) nativos y migrantes digitales, f) diseños con piezas LEGO® con mayor complejidad, g) una gama más amplia de complejidad instruccional, h) el empleo de reforzadores condicionados al seguimiento de instrucciones, i) con límites de tiempo informados a los participantes, entre otros.

Finalmente, se logró analizar la influencia de las modalidades presencial y virtual, así como la instrucción tradicional y virtual, el tiempo empleado en la tarea, el sexo, la edad, el campo disciplinar y la complejidad instruccional sobre el seguimiento de instrucciones y de este modo fue posible caracterizar la contribución didáctica del planteamiento de las instrucciones en el seguimiento de instrucciones en un grupo de universitarios.

Aunque la adopción de la tecnología en la educación parece un fenómeno nuevo, realmente no lo es. Cuando se habla de tecnología no necesariamente se hace referencia al uso de computadoras, ni de operar la enseñanza o el aprendizaje a distancia, ya sea en tiempo o en espacio (Cabero, 2003). De este modo, adoptar la tecnología en la educación incluye, sin duda, el uso de cualquier medio de contacto creado por el hombre para habilitar a una persona a realizar algo que antes le era imposible. Para matizar esta definición cabe mencionar que la innovación y la actualización juegan un papel fundamental al momento de

adscribir a alguien la adopción de la tecnología su práctica educativa. En otras palabras, aunque un lápiz puede ser considerado como tecnología en la educación, resulta un elemento poco innovador en el contexto actual y, por tanto, resulta improbable argumentar que alguien ha adoptado la tecnología en su práctica educativa al emplear un lápiz.

El surgimiento de nuevos medios de contacto y formas de interacción a través de la tecnología generalmente responde a necesidades distintas a la educación. Sin embargo, los profesionales de este ramo son versátiles y tienen la cualidad de adaptar sus prácticas a las nuevas condiciones de interacción; y como toda adaptación, genera conflictos, mismos que han sido aprovechados para generar una rama dentro del terreno tecnológico, ahora no denominada tecnología en la educación sino tecnología para la educación, con diseño específico para las funciones educativas. La diferencia radica en que la primera implica incluir tecnologías creadas para otros propósitos en la acción educativa, mientras que la segunda implica diseñar tecnología para las necesidades de la acción educativa (Díaz, 2008).

A la fecha no existe evidencia de que existan diferencias significativas entre los resultados de la modalidad virtual y la modalidad presencial (Russel, 2010); entonces, ¿por qué incluirla, adoptarla o diseñarla para el proceso educativo? La respuesta a esta interrogante tiene distintas aristas.

La primera tiene que ver con los recursos empleados en ambas modalidades, empezando por los económicos, al emplear tecnología es posible hacer rendir más el presupuesto dispuesto para la generación y divulgación del conocimiento. Aunque los costos iniciales de posibilitar la enseñanza a través de la tecnología pueden ser equivalentes a los necesarios para la interacción presencial, los insumos posteriores reducirán el costo total del contacto. La creación de espacios educativos virtuales resulta mucho más económica que la construcción de espacios reales de trabajo como escuelas o institutos. El costo de mantenimiento de los espacios virtuales también se considera menor que el de los presenciales, pero nunca nulo (Moreira, 2002). Además, en muchas de las

ocasiones el esfuerzo humano para configurar y hacer posibles las interacciones virtuales es relativamente el mismo independientemente del número de participantes implicados en la interacción virtual, cuestión distinta en los ambientes presenciales.

Otra de las aristas reside en que la creación de un curso gestionado, calificado y retroalimentado automáticamente a través de la tecnología posibilita el aprovechamiento de sus contenidos para un número virtualmente infinito de aprendices independientes de funciones de docencia humana y, por lo tanto, reduce el gasto económico implicado en remunerar el trabajo de las personas con dicha función (McAuley, Stewart, Siemens y Cormier, 2010). Sin embargo, es importante mencionar que un tanto de la inversión económica no desaparece, sino que se transfiere al aprendiz, pues se vuelve absolutamente necesario que él emplee energía eléctrica y tenga acceso al dispositivo necesario para ponerse en contacto con los contenidos académicos. En este sentido es importante tener en consideración el posible crecimiento de la brecha tanto económica como digital.

La virtualización de la educación también estandariza el proceso completo de interacción educativa al proporcionar experiencias casi idénticas a los diferentes participantes. El hecho de que la experiencia educativa se encuentre estandarizada puede contribuir así a la reducción de brechas de conocimiento entre los aprendices en contextos aislados o remotos y proporciona la oportunidad de desarrollar la competitividad de los participantes a nivel global (McAuley et al., 2010).

Es posible entonces que, empleando un modelo instruccional adecuado basado en evidencias para llevar a cabo el diseño y desarrollo de experiencias educativas en modalidad virtual, sea posible asegurar la calidad de la educación en términos de la validación del aprendizaje. Es decir, que es posible eliminar la variable de operación del modelo entre sus distintos operadores, puesto que en el caso virtual quien opera el modelo no involucra percepción, interpretación humana o consideración subjetiva a los participantes para determinar el grado de desarrollo de sus competencias. La modalidad de calificación ciega en algunos

ambientes virtuales de aprendizaje puede abonar también a la imparcialidad en la evaluación, pues en ella, el instructor o docente no sabe a qué estudiante pertenece el producto que se encuentra evaluando (Rama y Domínguez, 2016).

El crecimiento demográfico generará la necesidad de transitar hacia los ambientes virtuales de aprendizaje teniendo en cuenta que la infraestructura física vigente apenas logra cubrir las necesidades de la población actual.

Los recursos invertidos en el transporte para hacer posible la interacción presencial también podrían reducirse, no sólo los económicos sino también el relacionado con el tiempo y la huella de carbono por participante. Adicionalmente, con el uso de ambientes virtuales de aprendizaje, el uso de papel se disminuye de manera considerable, lo cual también contribuye a la sostenibilidad del sistema educativo (UNESCO, 2014).

Los cursos masivos abiertos en línea (MOOC, por sus siglas en inglés) ofrecen oportunidades de formación e interacción con una gran cantidad de personas de diferentes procedencias en ambientes virtuales que resultan prácticamente imposibles en ambientes presenciales, este tipo de contacto podría también generar competitividad global de los egresados de los programas en dicha modalidad (McAuley et al., 2010).

Una arista más para responder a la pregunta de la adopción de la tecnología en la educación se encuentra relacionada con la disponibilidad de las oportunidades de aprendizaje. Es decir, como efecto de la tecnología, es posible aprender prácticamente donde sea y en el momento que se quiera. La necesidad de sincronía de los participantes en la modalidad se ve superada por la ubicuidad y asincronía posibilitada por los ambientes virtuales de aprendizaje y el llamado aprendizaje móvil; esto genera a su vez, oportunidades de crecimiento personal y profesional a lo largo de la vida para quien tenga la intención; siempre al margen del compromiso de cada participante (Vázquez-Cano y Sevillano, 2015).

Se habla de educación a lo largo de la vida puesto que en los sistemas virtuales se facilita el contacto con contenidos académicos sin restricciones de edad ni problemas de compatibilidad de horarios para el ritmo de vida implicado en edades avanzadas o tempranas, pero ya incorporadas a la fuerza laboral.

Una arista más a analizar, se encuentra representada por las posibilidades de orden en la enseñanza y en el aprendizaje. La sistematización y automatización en la presentación de los distintos contenidos instruccionales posibilita el aseguramiento de que el aprendiz se encuentra en las condiciones cognoscitivas adecuadas para aprovechar de manera óptima el contacto con el discurso instruccional. De este modo, el aprendiz se beneficia al aprender al ritmo que le es posible y sin la necesidad de adaptarse a la normalidad cronológica determinada por una institución; nunca “se atrasa” ni se ve en la necesidad de “ponerse al corriente” (Floey y González-Flores, 2017).

Al realizar un análisis de la tecnología en y para la educación, resulta imprescindible considerar la importancia fundamental de las estrategias didácticas empleadas en los distintos escenarios y modalidades de aprendizaje, pues un uso avanzado de funciones de configuración y aparatos tecnológicos sin el uso de estrategias didácticas adecuadas, coherentes y pertinentes a los objetivos de aprendizaje y el contexto particular poco abona al desarrollo académico y profesional de los actores involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Cabero, 2003).

Los ambientes virtuales de aprendizaje permiten nuevas formas de contacto con los objetos referentes a través de estrategias como la realidad aumentada; misma que hace posible el contacto con elementos de una situación didáctica a los cuales de otra manera no se tendría acceso (López, Aguirre y Balderrama, 2014).

Los sistemas tecnológicos en la educación pueden contribuir a la educación a través de la puesta en marcha de simuladores para los casos de la enseñanza de procedimientos solo empleados en escenarios complejos y situaciones de alto

riesgo que comúnmente son imposibles de reproducir o demasiado riesgosos como escenarios didácticos, tales como el entrenamiento de pilotos aeronáuticos, situaciones de guerra, de desastres naturales, de movimientos en la bolsa de valores, entre otros (Angelini y García-Carbonell, 2015).

Un elemento más que podría dar ventaja a los ambientes virtuales de aprendizaje es la posibilidad de proporcionar reforzadores sociales y secundarios a través del mismo sistema, como en el caso de los cursos que proporcionan al participante insignias o pequeños reconocimientos por realizar cierto número de acciones específicas dentro del ambiente de aprendizaje (Molina, Colón y Agreda, 2017).

El acceso a la información a nivel global es otra de las ventajas proporcionada por la adopción de la tecnología en la educación. A través de las distintas bibliotecas electrónicas, agregadores y sitios de divulgación es posible interactuar con estudios y autores en localizaciones geográficas lejanas. Además, los medios electrónicos permiten la conservación de materiales antiguos sin desgaste o posibilidades de destrucción derivadas de la consulta y manipulación de los mismos.

El relativamente reciente uso de las redes sociales ha permitido la socialización del conocimiento a niveles y alcances nunca antes vistos. Ahora es posible encontrar grupos de interés común aglomerados sin la necesidad de estructuración o gestión centralizada. Esto es una ventaja, pues el fin último de la producción de conocimiento es su divulgación (Prieto, 2013).

De manera similar, en los ambientes virtuales, las posibilidades de establecer redes de aprendizaje se multiplican a través de la vinculación en las distintas plataformas disponibles para la interacción social tanto sincrónicas como asincrónicas, en ambientes formales y no formales. En consecuencia, la diversidad cultural se ve favorecida por el intercambio de información, el conocimiento de otras formas de trabajo o desempeño, y la aplicación de

estrategias distintas a las del lugar geográfico en donde se encuentra el participante (Ramírez y López, 2010).

La inversión de recursos destinados a la gestión de control escolar en los ambientes virtuales de aprendizaje también se ve reducida de forma sustancial. Al sustituir el papel y el factor humano por un sistema electrónico que permite que tanto los gestores, como el profesor, el alumno y en caso de desearlo el tutor del alumno pueda tener acceso a la situación académica de los participantes en tiempo real; esta posibilidad contribuye también a la transparencia en el proceso administrativo implicado en la educación y a fortalecer la relación docente-alumno-institución-tutor en los niveles educativos pertinentes (Durán, Estay-Niculcar y Álvarez, 2015).

La adopción de los ambientes virtuales para el proceso educativo también posibilita para los estudiantes la personalización de los elementos para la interacción y creación de objetos de aprendizaje específicos en función de necesidades y preferencias propias, incluyendo recursos interactivos y multimedia que pueden resultar más convenientes y enriquecedores para cada estudiante (Zapata-Ros, 2013).

Finalmente, la permanencia de las instrucciones e interacciones en los ambientes virtuales de aprendizaje resultan un atributo clave para el desarrollo de competencias de los participantes dado que tienen la posibilidad de ponerse en contacto con las instrucciones y objetos didácticos las veces que se consideren necesarias.

Referencias

- Agbonifo, O., & Ogunmoroti, A. (2015). A digital Lego-based learning environment for fraction ordering. *Nigerian journal of techonology*, 34(4), 781–787.
- Agudelo, M. (2009). Importancia del diseño instruccional en ambientes virtuales de aprendizaje. En J. Sánchez, *Nuevas ideas en informática educativa* (Vol. 5, pp. 118–127). Santiago: Universidad de Chile.
- Aiken, L. (2003). *Tests psicológicos y evaluación*. México: Pearson Educación.
- Allen, R., & Waterman, A. (2015). How does enactment affect the ability to follow instructions in working memory? *Memory and cognition*, (43), 555–561.
- Allison, J., Wilder, D., Teo, H., Flynn, A., & Myers, K. (2011). The effect of the availability of a similar toy on compliance with instructions to surrender a toy among preschool children. *Behavioral Interventions*, (26), 167–178.
- Ally, M. (2004). Foundations of educational theory for online learning. En C. Terry, *The theory and practice of online learning* (2nd ed., pp. 3–31). Athabasca: Athabasca University. Recuperado de <http://desarrollo.uces.edu.ar:8180/dspace/bitstream/123456789/586/1/Theory%20and%20Practice%20of%20online%20learning.pdf#page=227>
- Angelini, M., & García-Carbonell, A. (2015). Percepciones sobre la Integración de Modelos Pedagógicos en la Formación del Profesorado: La Simulación y Juego y El Flipped Classroom. *Education in the knowledge Society*, 16(2), 16-30.
- Angelino, M., & Natvig, D. (2010). A conceptual model for engagement of the online learner. *Journal of Educators Online*, 6(1), 1–19.
- Angiello, R. (2010). Study looks at online learning vs. traditional instruction. *Education digest*, 76(2), 56–59.
- Ariely, D., Kamenica, E., & Preleca, D. (2008). A man's search for meaning: The case of Legos. *Journal of Economic Behavior and Organization*, (67), 671–677.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology. A cognitive view*. New York: Rinehart and Wilson.

- Ayers, P., & Sweller, J. (2014). The split-attention principle in multimedia learning. En E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 206–226). New York: Cambridge.
- Baddeley, A. (1986). Working memory: theories, models and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working memory. *The psychology of learning and motivation*, (8), 47–90.
- Baker, D., Santoro, L., Biancarrosa, G., & Baker, D. (2015). Effects of Quality of Instruction on Student Vocabulary and Comprehension During Read Alouds. En *Learning Curves: Creating and Sustaining Gains from Early Childhood through Adulthood*. Washington: Society for Research on Educational Effectiveness.
- Balkin, R., Buckner, D., Swartz, J., & Rao, S. (2005). Issues in classroom management in an interactive distance education course. *International Journal of Instructional Media*, 32(4), 363–372.
- Barrera, P., Fernández, C., & Jiménez, F. (2009). Transición de docencia presencial a no presencial o semipresencial en un escenario heterogéneo. *Revista de Educación a Distancia*, 9, 1–15.
- Beard, L. (2004). Online versus on-campus instruction: student attitudes & perceptions. *TechTrends*, 48(6), 29–31.
- Beck, V. (2010). Comparing online and face-to-face teaching and learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 21(3), 95–108.
- Begeny, J., Hawkins, A., Krouse, H., & Laugle, K. (2011). Altering instructional delivery options to improve intervention outcomes: Does increased instructional intensity also increase instructional effectiveness? *Psychology in the schools*, 8(48), 769–785. <https://doi.org/10.1002/pits.20591>
- Beltrán, J., & Bueno, J. (1997). *Psicología de la Educación*. México: Alfaomega.
- Benson, A. (2002). Using online learning to meet workforce demand: A case study of stakeholder influence. *Quarterly Review of Distance Education*, 3(4), 443–452.

- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience and school*. Washington: National Academy Press.
- Cabero, J. (2003). Replanteando la tecnología educativa. *Comunicar*, (21), 23-30.
- Carlner, S. (2004). *An overview of online learning* (2nd ed.). Armherst: Human Resource Development Press.
- Catania, A., Matthews, B., & Shimoff, E. (1990). Properties of rule-governed behavior and their implications. En D. Blackman & H. Lejeune (Eds.), *Behavior analysis in theory and practice* (pp. 215–230). D.C: Hall.
- Choi, J., & Kim, J. (2014). Amygdala regulates risk of predation in rats foraging in a dynamic fear environment. En *Proceedings of the National Academy of Science*. Chicago. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010079108>
- Chrobak, R. (1998). *Metodologías para lograr aprendizajes significativos*. Argentina: Universidad Nacional de Comahue.
- Clayton, N., & Dickinson, A. (1998). Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature*, 365, 272–278.
- Conrad, D. (2002). Deep in the hearts of learners: Insights into the nature of online community. *Journal of Distance Education*, 17(1), 1–19.
- Daft, R., & Lengel, R. (1986). Organizational information requirements, media richness and structural design. *Management Science*, 5(32), 554–571.
- Dede, C. (1996). The evolution of distance education: Emerging technologies and distributed learning, 10(2), 4–36.
- Dellana, S., Collins, W., & West, D. (2000). On-line Education in a Management Science Course-Effectiveness and Performance Factors. *Journal of Education for Business*, 76(1), 78–90.
- Díaz, F. (2008). Educación y nuevas tecnologías de la información: ¿Hacia un paradigma educativo innovador? *Revista Electrónica Sinéctica*, (30), 1-15.
- Domagk, S., Schwartz, R., & Plass, J. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in human behavior*, 26(5), 1024–1033.
- Donadelli, J., & Strapasson, B. (2015). Effects of Monitoring and Social Reprimands on Instruction-Following in Undergraduate Students. *Psychological Record*, (65), 177–188.

- Dorantes, A. (2014). *El proyecto de investigación en psicología: del inicio a la conclusión*. México: Universidad Iberoamericana.
- Dringus, L., & Cohen, M. (2005). An adaptable usability heuristic checklist for online courses. En *35th Annual FIE '05*.
- Durán, R., Estay-Niculcar, C., & Álvarez, H. (2015). Adopción de buenas prácticas en la educación virtual en la educación superior. *Aula abierta*, 43(2), 77-86.
- Ellis, R. (2004). Down with boring e-learning! Interview with e-learning guru Dr. Michael W. Allen. Recuperado de http://www.astd.org/LC/2004/0704_allen.htm
- Emerson, L., & McKay, B. (2011). A comparison between paper based and online learning in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 45(5), 727–735. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01081>
- López, I., Aguirre, G., & Balderrama, J. (2014). *Connect: Un modelo para implementar realidad aumentada*. En I. Esquivel, Los modelos tecnoeducativos, revolucionando el aprendizaje del siglo xxi. México: Universidad Veracruzana.
- Etcheverry, P. (2014). La atención como proceso cognitivo en una plataforma learning management system. Presentado en Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnología de Información.
- Farr, W., Yuill, N., & Hinkse, S. (2012). Social benefits of a tangible user interface for children with Autistic Spectrum Conditions. *International Journal of Arts and Technology*, 5(4), 104–125.
- Farr, W., Yuill, N., & Raffle, H. (2010). Social benefits of a tangible user interface for children with Autistic Spectrum Conditions. *Autism*, 14(2), 237–252.
- Feenberg, A. (2005). Teoría crítica de la tecnología. *Revista iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2(5), 109–123.
- Fish, W., & Wickersham, L. (2009). Best practices for online instructors: Reminders. *Quarterly Review of Distance Education*, 10(3), 279–284.
- Fisher, D., & Frey, N. (2011). Checking for understanding. *Principal leader*, 12(2), 60–72.

- Foley, M., & González-Flores, P. (2017). *Essentials of online teaching: A standards-based guide*. USA: Rourledge.
- Fuentes, N., & Ribes, E. (2001). Un análisis funcional de la comprensión lectora como interacción conductual. *Revista latina de pensamiento y lenguaje*, (9), 181–212.
- Fulk, J., & Gould, J. (2009). Features and contexts in technology research: A modest proposal for research and reporting. *Journal of computer-mediated communication*, 14(3), 764–770.
- Gabriel, M., & Kaufield, K. (2008). Reciprocal mentorship: An effective support for online instructors. *Mentoring and Tutoring: Partnership in Learning*, 16(3), 311–327.
- Gagne, R. (1975). *Principios del aprendizaje para la instrucción* (Diana). México.
- Ganier, F., & de Vries, P. (2016). Are instructions in video format always better than photographs when learning manual techniques? The case of learning how to do sutures. *Learning and instruction*, (44), 87–96.
- Garbett, C. (2011). Activity-based costing models for alternative modes of delivering on-line courses. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 1, 1–14.
- Garcia, A., Guerrero, R., & Granados, J. (2015). Buenas prácticas en los entornos virtuales de enseñanza aprendizaje. *Revista Cubana de Educación Superior*, 34(3), 45–58.
- Gathercole, S., & Alloway, T. (2008). *Understanding working memory: A classroom guide*. U.K.: Working memory and learning.
- Gathercole, S., Durling, M., Evans, S., Jeffcock, E., & Stone, S. (2008). Working memory abilities and children's performance in laboratory analogues of classroom activities. *Applied Cognitive Psychology*, 22, 1019–1037.
- Gorham, J. (2009). The relationship between verbal immediacy behaviors and student learning. *Communication Education*, (37), 40–53.
- Guo, Z., Lu, X., Li, Y., & Li, Y. (2011). A framework of students' reasons for using CMC media in Learning contexts: A structural approach. *Journal of the*

- American Society for Information Science and Technology*, 62(11), 2182–2200. <https://doi.org/10.1002/asi>
- Harasim, L. (2000). Online education as a new paradigm in learning. *The Internet and Higher Education*, 2(1), 41–61. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00032-4](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00032-4)
- Hernández, G. (1998). *Paradigmas de la psicología de la educación*. México: Paidós.
- Hiltz, S., & Turoff, M. (2005). Education goes digital: The evolution of online learning and the revolution in higher education. *Communications of the ACM*, 48(10), 59–64. <https://doi.org/10.1145/1089107.1089139>
- Hyland, K. (2004). *Disciplinary discourses*. London: Longman.
- Jaroslawska, A., Gathercole, S., Allen, R., & Holmes, J. (2016). Following instructions from working memory: Why does action at encoding and recall help? *Memory and cognition*, 44, 1183–1191.
- Jaroslawska, A., Gathercole, S., Logie, M., & Holmes, J. (2016). Following instructions in a virtual school: Does working memory play a role? *Memory and cognition*, (40), 580–589. <https://doi.org/10.3758/s13421-015-0579-2>
- Johnson, D. (2014). The need for an integration of technology, behavior-based instructional design, and contingency management: An opportunity for behavior analysis. *Revista mexicana de análisis de la conducta*, 2(40), 58–72.
- Kalyuga, S., & Sweller, J. (2014). The redundancy principle in multimedia learning. En E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 247–262). New York: Cambridge.
- Keegan, D. (1996). *Foundations of distance education* (3rd ed.). London: Routledge.
- Kennedy, R. (2004). Multimedia reviews; Weblogs, social software and new interactivity on the web. *Psychiatric services*, 55(3), 247–261.
- Kerr, K., & Keenan, M. (1997). Rules and rule-governance: New directions in the theoretical and experimental analysis of human behaviour. En M.

- Dillenburger, J. O'Reilly, & M. Keenan (Eds.), *Advances in Behaviour Analysis* (pp. 205–226). Dublin: University College Dublin Press.
- Kim, E., Bayles, K., & Beeson, P. (2008). Instruction processing in young and older adults: contributions of memory span. *Aphasiology*, *22*(7), 753–762.
- King, F., Young, M., Drivere, K., & Schrader, P. (2001). Defining distance learning and distance education. *AACE Journal*, *9*(1), 1–14.
- Kock, N. (2004). The Psychobiological Model: Towards a New Theory of Computer-Mediated Communication Based on Darwinian Evolution. *Organizational science*, *15*(3), 327–348.
- Kuba, M., Byrne, R., Meisel, D., & Mather, D. (2006). When do octopuses play? Effects of repeated testing, object type, age, and food deprivation on object play in *Octopus vulgaris*. *Journal of comparative psychology*, *46*, 1081–1084.
- Lajoie, S. (2009). Developing professional expertise with a cognitive apprenticeship model: Examples of avionics and medicine. En K. Ericsson (Ed.), *Development of professional expertise* (pp. 220–243). New York: Cambridge University Press.
- Lavigne, G., Organista, J., & Aguirre, L. (2006). Evaluación de la modalidad híbrida, presencial/en línea, por estudiantes de posgrado en educación. *Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, *6*(1), 22–40.
- Lear, J., Isernhagen, J., LaCost, B., & King, J. (2009). Instructor presence for web-based classes. *The Delta Pi Epsilon Journal*, *51*(2), 86–98.
- LEGO®. (2015a). La historia de LEGO®. Recuperado de <http://goo.gl/kfft40>
- LEGO®. (2015b). The LEGO® group responsibility report 2015. Recuperado de <http://goo.gl/HnDqlm>
- Liu, X., Liu, S., & Magjuka, R. (2010). Cultural differences in online learning: International student perceptions. *Educational Technology and Society*, *13*(3), 177–188.
- Long, L. (2014). The learning power of Legos. Recuperado de <http://goo.gl/4mzp03>
- López-Barajas, E., & López-Barajas, I. (2011). Las infotecnologías y los Mundos virtuales. *Crítica educativa. Revista española de pedagogía*, *69*(249), 205–222.

- Low, R., & Sweller, J. (2014). The modality principle in multimedia learning. En E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 227–246). New York: Cambridge.
- Lowe, R. (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction, 13*, 157–176.
- Lowenthal, P., Wilson, B., & Parrish, P. (2009). *Context matters: A description and typology of the online learning landscape*. Kentucky: AECT International Convention.
- Major, C. (2010). Do virtual professors dream of electric students? University faculty experiences with online distance education. *Teacher College Record, 112*(8), 2154–2208.
- Maki, W. (2002). Multimedia comprehension skill predicts differential outcomes of web-based and lecture courses. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 8*, 85–89.
- Malott, R., & Shane, J. (2014). *Principles of behavior* (7th ed.). Michigan: Routledge.
- Mares, G., Ribes, E., & Rueda, P. (1993). El nivel de funcionalidad en lectura y su efecto sobre la transferencia de lo leído. *Revista sonorensis de psicología, 7*(7), 32–44.
- Marroletti, K., & Johnson, D. (2014). Current best practices for creating effective and palatable eLearning. *Revista mexicana de análisis de la conducta, 2*(40), 73–84.
- Marson, L., Yuri, R., Schmidt, A., & Souza, D. (2012). Controle Instrucional e Classes de Estímulos Equivalentes que Incluem Verbos e Ações. *Psicologia: Reflexão e Crítica, 26*(1), 136–150.
- Martínez, H., Ortiz, G., & González, A. (2002). Precisión instruccional, retroalimentación y eficacia: Efectos sobre el entrenamiento y transferencia en una tarea de discriminación condicional en adultos. *Acta colombiana de psicología, 8*(8), 7–33.

- Maurino, P. (2007). Online asynchronous threaded discussion: good enough to advance students through the proximal zone of activity theory? *TechTrends*, 51(2), 46–49.
- Mayer, E. (2014a). Cognitive theory of multimedia learning. En E. Mayer, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 728–741). New York: Cambridge.
- Mayer, E. (2014b). Introduction to multimedia learning. En E. Mayer, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 705–728). New York: Cambridge.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mazarío, I., & Mazarío, A. (2005). El constructivismo: paradigma de la escuela contemporánea. Recuperado de http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/import/Constructivismo_Escuela.pdf
- McAuley, A., Stewart, B., Siemens, G., & Cormier, D. (2010). *The MOOC model for digital practice*. Canada: Prince Edward Island Social Sciences and Humanities Research Council.
- McGee, H., & Johnson, D. (2015). Performance motivation as the behaviorist views it. Performance improvement. *Performance improvement*, 54(4), 15–21. <https://doi.org/10.1002/pfi.21472>
- Miller, M., & Malott, R. (2006). Programmed Instruction: Construction Responding, Discrimination Responding, and Highlighted Keywords. *Journal of Behavioral Education*, 15(2), 109–117. <https://doi.org/10.1007/s10864-006-9010-1>
- Miller, S., & Maner, J. (2010). Evolution and relationship maintenance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46, 184–190.
- Mills, J. (1998). *Control: A history of behavioral psychology*. New York: New York University Press.
- Molina, J., Ortíz, A., & Agreda, M. (2017), Análisis de la integración de procesos gamificados en educación primaria. En Ruiz Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial.

- Moore, J., Dickson-Deane, C., & Gaylen, K. (2011). e-learning, online learning and distance learning environments: Are they the same? *Internet and Higher Education, 14*, 129–135.
- Moore, M. (1990). *Background and overview of contemporary American distance education. Contemporary issues in American distance education*. New York: Pergamon Press.
- Morales, C. (2006). La importancia del diseñador instruccional en el diseño de cursos en línea. *Didáctica, innovación y multimedia, (3)*, 1–5.
- Moreira, M. (2002). Igualdad de oportunidades y nuevas tecnologías. Un modelo educativo para la alfabetización tecnológica. *Educar, (29)*, 55-65.
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments: Special issue on interactive learning environments – contemporary issues and trends. *Educational psychology review, 92(1)*, 117–125.
- Mostyn, G. (2014). Cognitive load theory: What it is, why it's important for accounting instruction and research. *Issued in accounting education, 27(1)*, 227–245.
- Murphy, E., Rodríguez-Manzanares, M., & Barbour, M. (2011). Asynchronous and synchronous online teaching: Perspectives of Canadian high school distance education teachers. *British Journal of Educational Technology, 42(4)*, 583–591. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01112.x>
- Ndoro, V., Hanley, G., Tiger, J., & Heal, N. (2006). A descriptive assessment of instruction-based interaction in the preschool classroom. *Journal of applied behavior analysis, 39(1)*, 79–90.
- Nichols, M. (2003). A theory of eLearning. *Educational Technology and Society, 6(2)*, 1–10.
- Ninness, H., & Ninness, S. (1998). Superstitious math performance: interactions between rules and scheduled contingencies. *The psychological record, (48)*, 45–62.
- Normand, M., Kestner, K., & Jessel, J. (2010). An analysis of stimuli that influence compliance during the high-probability instruction sequence. *Journal of Behavioral Education, 43(4)*, 735–738.

- Norton, M., Mochon, D., & Ariely, D. (2011). The IKEA effect: When labor leads to love. *Journal of Consumer Psychology*, (46), 167–198. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2011.08>
- O’Hora, D., Barnes-Holmes, D., & Stewart, I. (2014). Antecedent and consequential control of derived instruction following. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 1(102), 66–85.
- O’Neill, G., Moore, S., & McMullin, B. (2005). *Emerging issues in the practice of university learning and teaching*. Ireland: AISHE.
- Oblinger, D., & Oblinger, J. (2005). Educating the next generation. EDUCAUSE. Recuperado de <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/pub7101.pdf>
- Oginni, O., & Owolabi, O. (2012). Integration of Programmed Instruction into Mathematics and Science Teaching: A Panacea to Students Dwindling Interest in Mathematics and Science in Nigerian Schools. *European Journal of Educational Research*, 1(3), 199–209.
- Ortiz, G., & Cruz, Y. (2011). El papel de la precisión instruccional y la retroalimentación en la ejecución y descripciones postcontacto. *Revista mexicana de análisis de la conducta*, 1(37), 69–87.
- Ortiz, G., De la Rosa, E., Padilla, R., Pulido, E., & Vélez, H. (2010). Efecto de la precisión e historia instruccional en la insensibilidad al cambio contingencial en tareas de igualación de la muestra de primer orden en humanos. *Acta comportamentalia*, 16(2), 167–181.
- Ortiz, G., González, A., Rosas, M., & Alcaraz, F. (2006). Efectos de la precisión instruccional y la densidad de retroalimentación sobre el seguimiento, la elaboración y transmisión de descriptores en tareas de discriminación condicional. *Acta comportamentalia*, 14(2), 103–130.
- Osman, M. (2005). Students’ reaction to WebCT: Implications for designing online learning environments. *International Journal of Instructional Media*, 32(4), 353–362.
- Owens, G., Granader, Y., Humphrey, A., & Baron-Cohen, S. (2008). LEGO therapy and the Social Use of Language Programme: An evaluation of two social

- skills interventions for children with high functioning autism and Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38, 1944–1957.
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological science in the public interest*, (9), 105–119.
- Pegalajar, M. (2016). Estrategias de aprendizaje en alumnado universitario para la formación presencial y semipresencial. *Revista latinoamericana de Ciencias Sociales*, 14(1), 659–676.
- Peñalosa, E., & Castañeda, S. (2008). Generación de conocimiento en la Educación en línea. Un modelo para el fomento del aprendizaje activo y autorregulado. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 13(36), 249–281.
- Pérez, A. (2013). La era digital. Nuevos desafíos educativos. *Sinética*, 1(26), 48–72.
- Pérez, M. (2007). Asignaturas virtuales en universidades presenciales: perspectivas y problemas. *PixelBit Revista de Medios y Educación*, 30, 73–84.
- Phipps, R., & Merisotis, J. (1999). *What's the difference? A review of contemporary research on the effectiveness of distance learning in higher education*. Washington: The Institute of Higher Education Policy.
- Pike, C. (2002). Exploring the conceptual space of LEGO: Teaching and learning the psychology of creativity. *Psychology Learning & Teaching*, 2(2), 87–94.
- Popa, A. (2016). Design+Compliance. *Journal of health care compliance*, 3(23), 21–26.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the horizon*, 9(5), 1–6.
- Prieto, J. (2013). Una aproximación metodológica al uso de redes sociales en ambientes virtuales de aprendizaje para el fortalecimiento de las competencias transversales de la Universidad EAN. *Virtu@lmente*, 1(1), 1–16.
- Psaltis, C., Gillespie, A., & Perret-Clermont, A. (2015). *Social relations in human and societal development*. U.K.: Palgrave Macmillan.

- Quiceno, B., Arango, S., & Vásquez, C. (2016). Profesores frente a estudiantes: las dos orillas de la educación bimodal. *Anagramas, rumbos y sentidos de la comunicación*, 14(28), 13–36.
- Rama, C., & Domínguez, J. (2017). El aseguramiento de la calidad de la educación virtual. Perú: Editorial Gráfica Real.
- Ramírez, M., & López, A. (2010). Redes académicas de alta velocidad y tecnología avanzada como recurso para la investigación y el desarrollo regional. *Scientia et technica*, 16(44), 161-166.
- Real Academia Española. (2015). Instrucción. *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=Lntig8K>
- Reushle, S., & Mitchell, M. (2009). Sharing the journey of facilitator and learner: Online pedagogy in practice. *Journal of Learning Design*, 3(1), 11–20.
- Ribes, E. (2000). Instructions, rules, and abstraction: A misconstrued relation. *Behavior and Philosophy*, (28), 41–55.
- Ribes, E. (2010). *Teoría de la conducta 2: Avances y extensiones*. México: Trillas.
- Rios, P. (2009). *La aventura de aprender*. Caracas: Cognitus.
- Robinson, R., & Doverspike, D. (2006). Computers in teaching: factors predicting the choice of an online versus a traditional course. *Teaching in Psychology*, 33(1), 64–68.
- Romani, P., McCoy, T., Wacker, D., & Padilla-Darmau. (2014). An Evaluation of Preference for Mode of Instruction Following Variations in Response Effort. *Journal of Behavioral Education*, 23, 313–325.
- Russell, T. (2010). *The no significant difference phenomenon*. USA: Western Interstate Commission for Higher Education.
- Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. New York: Barnes and noble.
- Salas, M., Ferrant, E., & Durán, L. (2008). Programa de Investigación: Líneas y Proyectos de investigación Cuerpo Académico Psicología y Comportamiento Humano. En A. Gómez, M. Salas, & E. Zepeta, *Investigación en Psicología aplicada a la Educación*. México: Universidad Veracruzana.

- Sallnas, E., Rasmus-Grohn, K., & Sjostrom, C. (2000). Supporting presence in collaborative environments by haptic force feedback. *ACM Trans computer human interaction*, 7(4), 461–476.
- Schrum, L., Burbank, M., Engle, J., Chambers, J., & Glasset, K. (2005). Post-secondary educators' professional development: Investigation of an online approach to enhancing teaching and learning. *Internet and higher education*, 8, 279–289.
- Schutt, M., Allen, B., & Laumakis, M. (2009). The effects of instructor immediacy behaviors in online learning environments. *The Quarterly Review of Distance Education*, 10(2), 135–148.
- Shelton, A., Clements-Stephens, A., & Lam, W. (2011). Should social savvy equal good spatial skills? *Journal of Experimental Psychology: General*, 34(14), 178–192. <https://doi.org/10.1037/a0024617>
- Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). *The Social Psychology of Telecommunications*. England: Wiley.
- Skinner, B. (1958). Teaching machines. *Science*, 128(4), 969–977.
- Skinner, B. (1969). *Contingencies of reinforcement*. New Jersey: Prentice Hall.
- Solé, I., & Castells, N. (2004). Aprender mediante la lectura y escritura: ¿existen diferencias en función del dominio disciplinar? *Lectura y vida*, 25(4), 6–17.
- Suarez, J., & Anaya, D. (2004). Educación a distancia y presencial: Diferencias en los componentes cognitivo y motivacional de estudiantes universitarios. *AIESAD*, 7, 65–76.
- Summers, J., Waigandt, A., & Whittaker, A. (2005). A Comparison of Student Achievement and Satisfaction in an Online Versus a Traditional Face-to-Face Statistics Class. *Innovative Higher Education*, 29(3), 67–82.
- Swales, J. (1990). *Genre analysis: English in academic and research settings*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sweller, J., Van Merriërboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, (10), 251–296.

- Sy, J., Donaldson, J., Vollmer, T., & Pizarro, E. (2014). An evaluation of factors that influence children's instruction following. *Journal of applied behavior analysis, 14*(1), 101–112.
- Tabbers, H., Martens, R., & Van Merriërboer, J. (2004). Multimedia instruction and cognitiv load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology, (74)*, 71–81.
- Tavangarian, L., Leypold, M., Nölting, K., Röser, M., & Voigt, D. (2004). Is e-Learning the solution for individual learning? *Electronic Journal of e-Learning, 2*(2), 273–280.
- Tee, M., & Karney, D. (2010). Sharing and cultivating tacit knowledge in an online learning environment. *Computer-Supported Collaborative Learning, 5*, 385–413. <https://doi.org/10.1007/s11412-010-9095-3>
- Texeira, R., & Paracampo, C. (2010). Efeitos de instruções preliminares, específicas e mínima sobre uma tarefa experimental e seguimento de instruções. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento, 6*(1), 89–104.
- Tomasini, A. (2006). Comprensión: filosofía tradicional versus pensamiento wittgensteiniano. *Revista de filosofía de la Universidad de Zulia, (53)*, 26–40.
- Torres, M. (2010). Una crítica a la educación virtual. Universidad Autónoma de México. Recuperado de http://repositoral.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/2438/1/03_18.pdf
- Triacca, L., Bolchini, D., Botturi, L., & Inversini, A. (2004). Mile: Systematic usability evaluation for e-Learning web applications. *AACE Journal, 12*(4).
- Tricio, M. (2010). La nueva formación online. *Emprendedores*. Recuperado de <http://www.emprendedores.es/gestion/e-learning/aumenta-la-formacion-online#>
- Tsai, C. (2006). What Is the Internet? Taiwanese High School Students' Perceptions. *Cyber Psychology and Behavior, 9*(6), 17–23.
- Uhumuavbi, P., & Mamudu, J. (2009). Relative effects of programmed instruction and demonstration methods on student's academic performance in science. *College student journal, 43*(2), 24–38.

- UNESCO. (2014). *Enfoques estratégicos sobre las TIC en educación en América Latina y el Caribe*. Chile: UNESCO.
- Universidad Autónoma Metropolitana. (s/f). Enfoques educativos. Recuperado de <http://hadoc.azc.uam.mx/enfoques/>
- Van Gog, T. (2014). The signaling (or cueing) principle in multimedia learning. En E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 263–278). New York: Cambridge.
- Van Gog, T., Paas, F., & Sweller, J. (2010). Cognitive Load Theory: Advances in research on worked examples, animations, and cognitive load measurements. *Educational psychology review*, (22), 375–378.
- Vázquez-Cano, E., & Sevillano, M. (2015). *Dispositivos digitales móviles en educación: El aprendizaje ubicuo*. Madrid: Narcea.
- Vigotsky, L. (1968). *Pensamiento y lenguaje*. Cuba: Pueblo y Educación.
- Vigotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Volery, T., & Lord, D. (2000). Critical success factors in online education. *International Journal of Educational Management*, 14(5), 216–223.
- Vukobratović, R., Takači, D., & Milanovic, I. (2013). Acquiring the concept/concepts of function through programmed instruction in a computer classroom. *Croatian journal of education*, 15(4), 1121–1147.
- Wagner, E. (2001). *Emerging learning trends and the world wide web. Web-based Training*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- Wangila, M., Martin, W., & Ronald, M. (2015). Effect of programmed instruction on students' attitude towards structure of the atom and the periodic table among Kenyan secondary schools. *Science educational international*, 25(4), 488–500.
- Ward, M., Peters, G., & Shelley, K. (2010). Student and faculty perceptions of the quality of online learning experiences. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 11(3), 57–77.
- Warren, L., & Holloman, H. (2005). On-line Instruction: Are the Outcomes the Same? *Journal of Instructional Psychology*, 32(2), 26–38.

- Warry, C., Remington, B., & Sonuga-Barke, J. (1999). When more means less: factors affecting human self-control in a local versus global paradigm. *Learning and motivation*, (30), 53–73. <https://doi.org/10.1006/lmot.1998.1018>
- Waters, G., & Caplan, D. (2007). The measurement of verbal working memory and its relation to Reading comprehension. *The quarterly journal of experimental*, (49), 51–79.
- Wu, Y., & Tsai, C. (2006). University Students' Internet Attitudes and Internet Self-Efficacy: A Study at Three Universities in Taiwan. *Cyber Psychology and Behavior*, 9(4), 25–34.
- Yang, T., Gathercole, S., & Allen, R. (2014). Benefit of enactment over oral repetition of verbal instructions does not require additional working memory during encoding. *Psychon Bull Review*, 21, 186–192.
- Yanyan, L., Zhinan, H., Menglu, J., & Ting-Wen, C. (2016). The effect on pupil's performance and problem-solving ability through Lego: An engineering design-based modeling approach. *Educational technology and society*, 19(3), 143–156.
- Yilmazlar, M., Corapcigil, A., & Toplu, B. (2014). The effect of programmed instruction in science education on students' achievement and attitudes. *Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 45–67.
- Zapata-Ros, M. (2013). Analítica de aprendizaje y personalización. *Campus virtuales*, 2(2), 88-119.
- Zettle, R., & Hayes, S. (1982). Rule-governed behavior: A potential theoretical framework for cognitive-behavior therapy. En P. Kendall (Ed.), *Advances in cognitive-behavioral research and therapy* (pp. 71–118). New York: Academic Press.

Apéndice

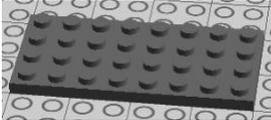
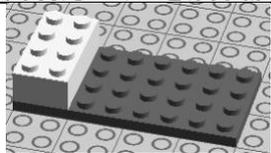
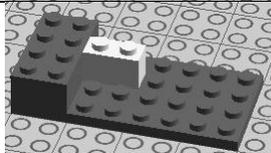
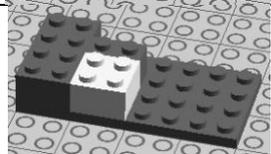
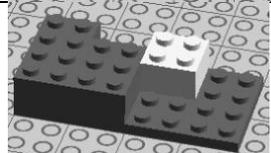
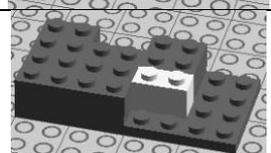
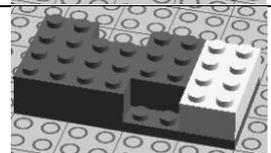
Apéndice A

Evaluación del diseño nivel de complejidad 1

Puntaje:

Correcto: 1

Incorrecto: 0

Paso	Configuración	Forma	Ubicación	Calificación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
Total:				

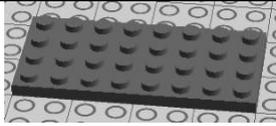
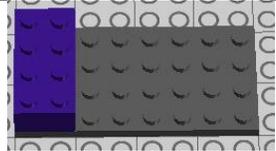
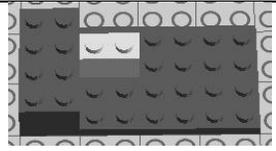
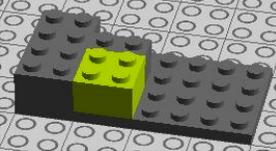
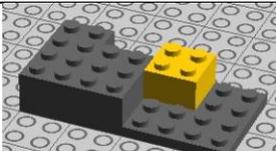
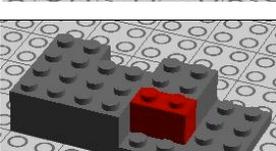
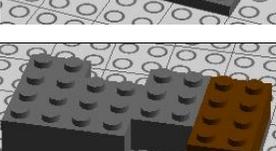
Apéndice B

Evaluación del diseño nivel de complejidad 2

Puntaje:

Correcto: 1

Incorrecto: 0

Paso	Configuración	Forma	Ubicación	Color	Calificación
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Total:					

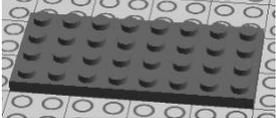
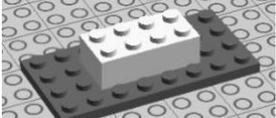
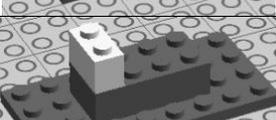
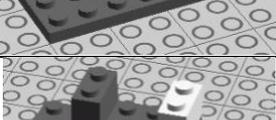
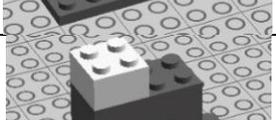
Apéndice C

Evaluación del diseño nivel de complejidad 3

Puntaje:

Correcto: 1

Incorrecto: 0

Paso	Configuración	Forma	Ubicación	Calificación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
Total:				

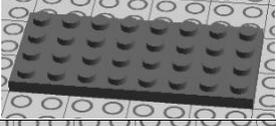
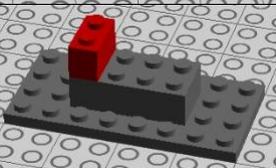
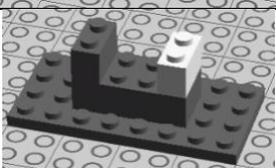
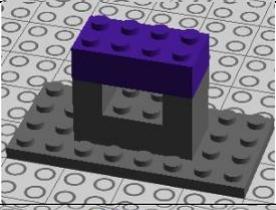
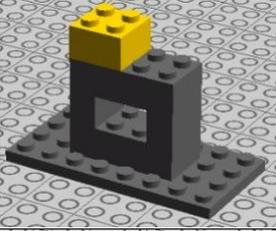
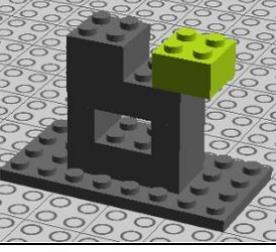
Apéndice D

Evaluación del diseño nivel de complejidad 4

Puntaje:

Correcto: 1

Incorrecto: 0

Paso	Configuración	Forma	Ubicación	Color	Calificación
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Total:					

Apéndice E

Las tareas experimentales en las modalidades virtuales se han montado en el sitio <https://efrain.moodlecloud.com/>

Usuario: revisor

Contraseña: Revisor1#

Apéndice F

Diseño de tarea experimental

Nivel 1: Diseño de dos dimensiones con colores genéricos.

Piezas			
Color	Tamaño		
	1 x 2	2 x 2	2 x 4
Genérico	2	2	2

Indicaciones:

Bienvenido a esta actividad, y muchas gracias por participar. A continuación, se te presentará una serie de instrucciones para armar un diseño con piezas Lego®, para ello se te proporcionará una placa de 4 x 8 espacios que hará las veces de área de trabajo, por favor, trata de seguirlas de la manera más fiel posible. Cabe mencionar que los diseños que construirás no representan elementos de la realidad.

La construcción de los diseños se realizará de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo y no deberás colocar una pieza encima de otra.

1. Coloca tu área de trabajo de forma horizontal
2. Toma una pieza de 2 x 4 y colócala de forma vertical en el extremo izquierdo del área de trabajo de manera que coincida completa y exactamente con la orilla.
3. Toma una pieza 1 x 2 y colócala en forma horizontal dejando un espacio entre ella y el extremo superior del área de trabajo y adyacente a la pieza que ya se encuentra colocada.
4. Toma una pieza de 2 x 2 y colócala en el extremo inferior del área de trabajo sin dejar espacio entre ella y la pieza de la izquierda.
5. Toma una pieza 2 x 2 y colócala en el extremo superior del área de trabajo sin dejar espacio entre ella y la pieza a su izquierda.

6. Toma una pieza de 1 x 2 y colócala en forma horizontal debajo de la anterior.
7. Toma una pieza de 2 x 4 y colócala de forma vertical en el extremo derecho del área de trabajo de manera que coincida completa y exactamente con las orillas de arriba, de abajo y de la derecha.

Nivel 2: Diseño de dos dimensiones con colores específicos.

Piezas			
Color	Tamaño		
	1 x 2	2 x 2	2 x 4
Amarillo		1	
Blanco	1		
Café			1
Morado			1
Rojo	1		
Verde		1	

Indicaciones:

Bienvenido a esta actividad, y muchas gracias por participar. A continuación, se te presentará una serie de instrucciones para armar un diseño con piezas Lego®, para ello se te proporcionará una placa de 4 x 8 espacios que hará las veces de área de trabajo, por favor, trata de seguirlas de la manera más fiel posible. Cabe mencionar que los diseños que construirás no representan elementos de la realidad.

La construcción de los diseños se realizará de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo y no deberás colocar una pieza encima de otra.

1. Coloca tu área de trabajo de forma horizontal
2. Toma una pieza de color morado de 2 x 4 y colócala de forma vertical en el extremo izquierdo del área de trabajo de manera que coincida completa y exactamente con la orilla.

3. Toma una pieza de color blanco de 1 x 2 y colócala en forma horizontal dejando un espacio entre ella y el extremo superior del área de trabajo y adyacente a la pieza que ya se encuentra colocada.
4. Toma una pieza de color verde de 2 x 2 y colócala en el extremo inferior del área de trabajo sin dejar espacio entre ella y la pieza de la izquierda.
5. Toma una pieza de color amarillo de 2 x 2 y colócala en el extremo superior del área de trabajo sin dejar espacio entre las piezas.
6. Toma una pieza de color rojo de 1 x 2 y colócala en forma horizontal debajo de la anterior.
7. Toma una pieza de color café de 2 x 4 y colócala de forma vertical en el extremo derecho del área de trabajo de manera que coincida completa y exactamente con las orillas de arriba, de abajo y de la derecha.

Nivel 3: Diseño de tres dimensiones con colores genéricos.

Piezas			
Color	Tamaño		
	1 x 2	2 x 2	2 x 4
Genérico	2	2	2

Indicaciones:

Bienvenido a esta actividad, y muchas gracias por participar. A continuación, se te presentará una serie de instrucciones para armar un diseño con piezas Lego®, para ello se te proporcionará una placa de 4 x 8 espacios que hará las veces de área de trabajo, por favor, trata de seguirlas de la manera más fiel posible. Cabe mencionar que los diseños que construirás no representan elementos de la realidad.

La construcción de los diseños se realizará de abajo hacia arriba y es posible que debas colocar una pieza encima de otra.

1. Coloca tu área de trabajo de forma horizontal.
2. Toma una pieza de 2 x 4 y colócala de forma horizontal, exactamente en el centro del área de trabajo.
3. Toma una pieza de 1 x 2 y colócala encima de la anterior, sobre su extremo izquierdo y de forma vertical.
4. Toma una pieza de 1 x 2 y colócala encima de la primera, sobre su extremo derecho y de forma vertical.
5. Toma una pieza de 2 x 4 y colócala de forma horizontal apoyándola sus extremos sobre las piezas de 1 x 2.
6. Toma una pieza de 2 x 2 y colócala sobre el extremo izquierdo de la pieza de 2 x 4.
7. Toma una pieza de 2 x 2 y coloca su extremo izquierdo sobre el extremo derecho de la pieza de 2 x 4 de modo que queden un espacio de 1 x 2 sobre el aire.

Nivel 4: Diseño de tres dimensiones con colores específicos.

Piezas			
Color	Tamaño		
	1 x 2	2 x 2	2 x 4
Amarillo		1	
Blanco	1		
Café			1
Morado			1
Rojo	1		
Verde		1	

Indicaciones:

Bienvenido a esta actividad, y muchas gracias por participar. A continuación, se te presentará una serie de instrucciones para armar un diseño con piezas Lego®, para ello se te proporcionará una placa de 4 x 8 espacios que hará las veces de área de trabajo, por favor, trata de seguirlas de la manera más fiel posible. Cabe mencionar que los diseños que construirás no representan elementos de la realidad.

La construcción de los diseños se realizará de abajo hacia arriba y en esta ocasión sí deberás colocar algunas piezas encima de otras.

1. Coloca tu área de trabajo de forma horizontal.
2. Toma una pieza de color café de 2 x 4 y colócala de forma horizontal, exactamente en el centro del área de trabajo.
3. Toma una pieza de color rojo de 1 x 2 y colócala encima de la anterior, sobre su extremo izquierdo y de forma vertical.
4. Toma una pieza de color blanco de 1 x 2 y colócala encima de la primera, sobre su extremo derecho y de forma vertical.
5. Toma una pieza de color morado de 2 x 4 y colócala de forma horizontal apoyándola sus extremos sobre las piezas de 1 x 2.
6. Toma una pieza de color amarillo de 2 x 2 y colócala sobre el extremo izquierdo de la pieza de 2 x 4.
7. Toma una pieza de color verde de 2 x 2 y coloca su extremo izquierdo sobre el extremo derecho de la pieza de 2 x 4 de modo que quede un espacio de 1 x 2 sobre el aire.

Apéndice G

Ejemplos de reactivos de la prueba de daltonismo de Ishihara

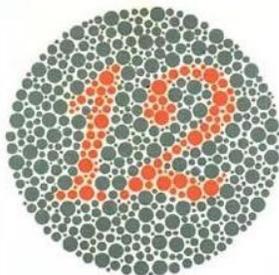


Lámina número 1: Es leída como 12, tanto por las personas con visión normal como por aquellos que padecen cualquier clase de deficiencia cromática.

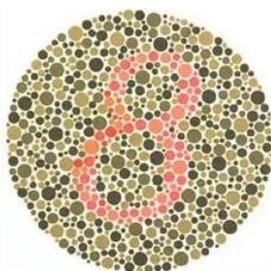


Lámina número 2: En los casos normales se lee como 8. Con deficiencias daltónicas lee 3. Los casos de ceguera total cromática no ven ningún número.



Lámina número 3: En los casos normales se lee como 6. Con deficiencias daltónicas leen 5. Los casos de ceguera total cromática no ven ningún número.



Lámina número 4 : En los casos normales se lee como 29. Con deficiencias daltónicas leen 70. Los casos de ceguera total cromática no ven ningún número.

La prueba completa puede encontrarse en <http://www.oftagalia.es/es/pruebas-online/test-ishihara>