

[Artículo empírico]

[10.22402/j.rdipycs.unam.e.10.1.2024.569](https://doi.org/10.22402/j.rdipycs.unam.e.10.1.2024.569)[e1012024569](https://doi.org/10.22402/j.rdipycs.unam.e.10.1.2024.569)

DE LAS MÁQUINAS DE ENSEÑANZA A LAS REDES INFORMÁTICAS: EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA SUSTENTADA EN TEORÍAS DEL APRENDIZAJE

José Manuel Sánchez Sordo

Facultad de Estudios Superiores Iztacala
UNAM

RESUMEN

Este artículo examina la transformación de la tecnología educativa, desde el surgimiento de las máquinas de enseñanza conductistas hasta la actual integración de las redes informáticas y sus aplicaciones, apoyándose en diversas teorías del aprendizaje. Se detalla cómo las máquinas de enseñanza, fundamentadas en el conductismo, establecieron las bases para utilizar la tecnología en la educación, mediante secuencias instruccionales que buscan moldear el comportamiento del aprendiz con retroalimentación inmediata. Posteriormente, se aborda la influencia del cognitismo y su impacto en el desarrollo de tecnologías educativas como los sistemas expertos y Logo, reflejando un enfoque en los procesos mentales internos del aprendizaje. El artículo también discute el papel del constructivismo en la promoción de un aprendizaje activo y constructivo, evidenciado en el desarrollo de LMS como Moodle, que fomentan entornos colaborativos. Finalmente, introduce el conectivismo como un enfoque adecuado para la era digital, donde el aprendizaje implica navegar y conectar dentro de redes informáticas. Destaca la necesidad de adaptar la educación a las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial generativa y a las teorías del aprendizaje contemporáneas, subrayando la importancia de preparar a los aprendices para manejar el complejo mundo de la información y el conocimiento actual.

Palabras Clave:

Tecnología, educación, teorías del aprendizaje, conectivismo, inteligencia artificial

FROM TEACHING MACHINES TO COMPUTER NETWORKS: EVOLUTION OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY SUPPORTED BY LEARNING THEORIES

ABSTRACT

This paper examines the transformation of educational technology, from the emergence of behaviorist teaching machines to the current integration of network technologies, supported by various learning theories. It details how teaching machines, based on behaviorism, laid the groundwork for using technology in education through instructional sequences aimed at shaping the learner's behavior with immediate feedback. Subsequently, the influence of cognitivism and its impact on the development of educational technologies such as expert systems and Logo is addressed, reflecting a focus on the internal mental processes of learning. The article also discusses the role of constructivism in promoting active and constructive learning, evidenced in the development of Learning Management Systems (LMS) like Moodle, which encourage collaborative environments. Finally, it introduces connectivism as an appropriate approach for the digital age, where learning involves navigating and connecting within computer networks. It highlights the need to adapt education to emerging technologies such as generative artificial intelligence and contemporary learning theories, underlining the importance of preparing learners to handle the complex world of information and knowledge today.

Keywords:

Technology, education, learning theories, connectivism, artificial intelligence

BITÁCORA DEL ARTÍCULO:

| Recibido: 15 de febrero de 2024 , 15 de febrero de 2024 | Aceptado: 31 de julio de 2023 | Publicado en línea: enero - junio 2024 |

AUTORÍA Y DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**DE LAS MÁQUINAS DE ENSEÑANZA A LAS REDES INFORMÁTICAS: EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA SUSTENTADA EN TEORÍAS DEL APRENDIZAJE**

José Manuel Sánchez Sordo
Facultad de Estudios Superiores Iztacala
UNAM



José Manuel Sánchez Sordo
FES Iztacala, UNAM
Correo: jose.sordo@iztacala.unam.mx

Doctor en Psicología por la UNAM. Profesor de carrera en la Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala, y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Sus líneas de investigación involucran uso de inteligencia artificial para el análisis del comportamiento humano, aprendizaje asistido por tecnología, cognición extendida, y desarrollo de realidad virtual y aumentada con fines educativos y para la salud. Es autor de artículos publicados en revistas científicas indexadas nacionales e internacionales y ponente de conferencias en México y el extranjero.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Se atribuye al autor la responsabilidad única sobre el trabajar al concibir, desarrollar y coordinar el proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las personas involucradas en la realización de esta investigación.

DATOS DE FILIACIÓN DEL AUTOR

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.



Copyright: © 2024 Sánchez-Sordo, J.M.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), por lo que su contenido gráfico y escrito se puede compartir, copiar y redistribuir total o parcialmente sin necesidad de permiso expreso de su autor con la única condición de que no se puede usar con fines directamente comerciales y los términos legales de cualquier trabajo derivado deben ser los mismos que se expresan en la presente declaración. La única condición es que se cite la fuente con referencia a la [Revista Digital Internacional de Psicología y Ciencia Social](#) y a su autor.

TEORÍAS CLÁSICAS Y TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS4

Conductismo y Máquinas de Enseñanza , 4

Cognitivismo y Sistemas Expertos, 6

Constructivismo y LMS, 7

NUEVAS TECNOLOGÍAS; NUEVAS APROXIMACIONES9

Conectivismo y aprendizaje en redes, 9

DISCUSIÓN:11

CONCLUSIONES11

REFERENCIAS12

En las últimas décadas del siglo XX y las primeras del siglo XXI, ha surgido un auge significativo por el uso de múltiples tecnologías y estrategias para innovar, optimizar, extender y democratizar los procesos educativos (Prensky, 2013). Los cuales van desde la inclusión de equipos de cómputo dentro de las aulas en las escuelas, hasta la extensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje más allá de los modelos formales y espacios tradicionales, por medio del uso de tecnologías que permiten la teleformación.

Derivado de ello, se considera necesario hacer una breve revisión de los principales supuestos de las teorías clásicas del aprendizaje, que en su mayoría han sustentado la aparición y uso de dichas estrategias y tecnologías. Pues la tecnología para Ellul (2003), refiere a los productos o máquinas resultantes de la aplicación práctica del conocimiento para ayudar a resolver problemas o satisfacer necesidades humanas, en este caso educativas, y por ende debe ser contemplada en su dimensión formativa y de utilidad para el aprendizaje, y no únicamente en su dimensión arquitectónica, sin embargo, no podemos dejar de lado el papel activo de la tecnología al dar forma a las conductas y pensamientos que ocurren cuando se utiliza (McLuhan, 1996).

Una de las características innegables de los paradigmas científicos, y por ende de la investigación psicológica del aprendizaje, es el proceso por medio del cual los científicos revisan y reevalúan fundamentalmente sus creencias y métodos, lo que conduce a un cambio radical en la forma en que se comprende y se aborda un campo científico (Kuhn, 2004), lo cual para el presente trabajo se torna relevante, pues la revisión histórica de las principales teorías que abordan el fenómeno del aprendizaje y lo educativo, así como sus desarrollos tecnológicos derivados, permite entender un modelo teórico y metodológico acorde a la Era Digital del siglo XXI, caracterizada por grandes avances en la computación y las comunicaciones digitales.

Para iniciar con esta revisión, se considera necesario definir que una teoría “es un conjunto de constructos, definiciones y proposiciones relacionadas entre sí que presentan un punto de vista sistemático de fenómenos, especificando relaciones entre variables, con el objeto de explicar y predecir los fenómenos” (Bondarenko, 2009, p. 463). Y, por otro lado, el aprendizaje, como lo mencionó Zapata-Ros (2015):

Es el proceso o conjunto de procesos a través de los cuales, se adquieren o se modifican ideas, habilidades, destrezas, conductas o valores, como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento o la observación.

El aprendizaje permite atribuir significado al conocimiento, valor a los acontecimientos, y hacer operativo el conocimiento en contextos diferentes al que se adquiere. (pp. 5-6)

Gracias al aprendizaje, el conocimiento adquirido puede ser representado y transmitido a otros individuos y grupos de forma remota y atemporal mediante códigos complejos dotados de estructura como son: el lenguaje escrito, los códigos digitales, etc. (Zapata-Ros, 2015). Partiendo de las definiciones anteriores, podemos plantear de modo genérico; que las teorías del aprendizaje son aquellos cuerpos explicativos que estudian, describen, e interpretan los fenómenos psicológicos asociados con el aprendizaje.

La tarea de describir el aprendizaje, para Heredia y Sánchez (2012), data desde la antigua Grecia y estuvo por muchos siglos en manos de los filósofos, a quienes les interesaba sobre todo la naturaleza misma del conocimiento y la forma en que las personas lo obtenían. Esta mirada filosófica desembocó en la epistemología, la cual es la rama de la filosofía que se encarga de estudiar el conocimiento. Actualmente, existen tres grandes corrientes epistemológicas: el objetivismo, el pragmatismo y el interpretativismo. Relacionado con dichas corrientes, a lo largo de la historia de la psicología ha habido múltiples teorías que basadas en estas intentan dar explicación a cómo conoce, aprende, interactúa e interpreta la realidad el ser humano; más cabe señalar que las tres teorías que hasta ahora cuentan con mayor impacto y validez en el campo del aprendizaje y particularmente de lo educativo son; el conductismo, el cognitivismo y el constructivismo.

TEORÍAS CLÁSICAS Y TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS

En este aparato se abordan brevemente las tres principales teorías mencionadas, en conjunto con los desarrollos tecnológicos para la educación derivados de sus planteamientos.

Conductismo y Máquinas de Enseñanza

En un inicio, el conductismo fue la teoría base para la formulación del diseño instruccional, el cual consiste en el proceso de planificar, desarrollar y organizar estrategias de enseñanza y materiales didácticos de manera efectiva para facilitar el aprendizaje de los estudiantes (Gagné, 1985). Dicha teoría establece a grandes rasgos que el aprendizaje debe ser investigado en su dimensión externa y observable, pues no es posible conocer qué ocurre dentro de una persona cuando aprende (Hurtado, 2006).

Por su parte, Gredler (2005), menciona que el conductismo es un conjunto de varias teorías que hace tres principales postulaciones acerca del aprendizaje:

- El comportamiento observable es más importante que comprender las actividades internas.
- El comportamiento debería estar enfocado en elementos simples: estímulos específicos y respuestas.
- El aprendizaje tiene que ver con el cambio en el comportamiento. (Aparici, 2010, p. 56).

Basado en esta línea teórica, el modelo conductista para la educación proponía, como lo plantea Peñaloza (2013), la administración de una serie de sucesos consecuentes a las respuestas emitidas por los alumnos en un ambiente con una serie de condiciones que propiciaban tales respuestas y programaban las consecuencias. Dentro del modelo conductista propuesto por Skinner (1958), y su propuesta denominada Instrucción Programada, las contingencias del reforzamiento son las consecuencias programadas previamente a las respuestas de los estudiantes por parte del profesor, quien para Skinner (1958), era un formador de conductas. Siendo entonces, la probabilidad de aparición de la respuesta, dependiente de la correcta programación de consecuencias que favorezcan dicha respuesta en la situación de aprendizaje. Por lo cual se puede decir que el aprendizaje o lo que se aprende está determinado por el ambiente (reforzadores y contingencias) y no por el estudiante.

La ya mencionada instrucción programada es un método de enseñanza y aprendizaje en el cual la materia o temática a aprender se divide en pequeños pasos, y se organiza cuidadosamente en una secuencia lógica que permite a los estudiantes aprender rápidamente (Esmok, 2010). Bajo este diseño instruccional, el aprendizaje avanza en el curso a su propia velocidad de aprendizaje y es reforzado inmediatamente después de cada paso. En este caso, el reforzamiento consiste en dar retroalimentación al estudiante inmediatamente después de que ha registrado su respuesta, y solo se le permite que avance al paso siguiente si ha respondido correctamente a la pregunta. Un ejemplo de ello son los modelos lineales, en los cuales se presenta una sucesión de elementos muy cortos de información, seguido cada elemento de una interrogación y su respuesta (Dorrego, 2011).



Figura 1.

Modelo lineal de programa de enseñanza de instrucción programada. Fuente: Elaboración propia.

Una forma propuesta por el mismo Skinner (1958), para aplicar la instrucción programada, fue el diseño y ulterior inclusión de máquinas de enseñanza en las escuelas, las cuales estaban programadas para reforzar las conductas del estudiante. Las máquinas de enseñanza no eran computadoras, sino como lo menciona Fidalgo (2008), eran unos dispositivos que presentaban dentro de una caja:

Un material escrito en una tira de papel que estaba enrollada, parte de esa tira de papel se veía a través de unos espacios huecos que tenía la máquina (se podía ver una frase incompleta, una pregunta o un ejercicio que el alumno debía resolver). El alumno escribía la respuesta en otra tira de papel, después este movía una palanca y las posibles respuestas se mostraban. Entre las respuestas posibles se incluían las respuestas erróneas más habituales y las respuestas correctas. (párr. 8)

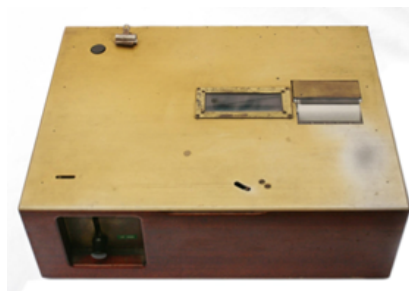


Figura 2.

Máquina de Enseñanza. Fuente: Watters (2018).

Como ya se ha mencionado, en caso de que el estudiante proporcionara una respuesta correcta, avanzaba a una nueva etapa del curso. Estas máquinas deberían permitir al estudiante elaborar su respuesta en vez de elegir de una serie de respuestas múltiples, de igual modo al adquirir una conducta compleja, el estudiante debe "enfrentarse" a una serie de pasos sucesivos planeados cuidadosamente, y cada paso o instrucción debe ser tan pequeño que siempre pueda realizarse, acercando así al estudiante hacia la conducta esperada (Aguilar, 2010).

Por otro lado, un aspecto importante a resaltar es que las máquinas de enseñanza propuestas reforzaban conductas de autorregulación en el aprendizaje, pues como ya se ha mencionado, dentro de la instrucción programada, el estudiante avanza a su propio ritmo, disminuyendo así la necesidad de instrucciones adi-

cionales por parte de otro sujeto; de igual manera, estas máquinas eran según Skinner (1958), una solución para reformar y mejorar el sistema educativo, ya que con su utilización se cubrían las demandas educativas de aquella época sin sacrificar la democracia. De igual forma, este modelo conductista ofrecía más atención en los resultados del estudiante y no del profesor, lo cual para Peñaloza (2013) permitía trabajar sobre elementos particulares que conforman la competencia del alumno. Igualmente, se estableció la importancia de la retroalimentación y el control de errores, así como también la utilización de formatos más allá del texto plano en la enseñanza. Podría decirse que fue gracias a Skinner y sus propuestas conductuales tecnológicas que comenzó el interés profesional en el uso de las tecnologías para la enseñanza con base en teorías del aprendizaje.

Cognitivismo y Sistemas Expertos

Como respuesta al Conductismo, aparece a finales de los años 50 del siglo XX la denominada revolución cognitiva dentro del panorama de la psicología científica, la cual como menciona Guilar (2009), fue liderada en gran parte por el psicólogo norteamericano Jerome Bruner, quien desarrolló una teoría del aprendizaje, en la cual se describe el proceso de aprender y los distintos modos de representación mental de la realidad. De manera general, podemos decir que el cognitivismo está basado en los procesos de pensamiento que subyacen a la conducta, ya que desde este enfoque los cambios en la conducta son observados, pero son solo un indicador de lo que está ocurriendo al interior de la mente de la persona que aprende (Schuman, 1996).

Al igual que Piaget e Inhelder (1969), Bruner planteó el desarrollo cognitivo por etapas que comienzan con la interacción del ser humano con el entorno por medio de los sentidos, y se va moviendo progresivamente hacia estados más complejos de abstracción que permiten lograr la representación simbólica del mundo. Cabe mencionar que para Bruner (1976), dichas representaciones abstractas así como las sensaciones físicas pueden actuar en conjunto para resolver algún problema, por lo cual la educación debe estar planeada con currículos en espiral acordes a la etapa o momento de desarrollo cognitivo de la persona. Lo cual implica la repetición de contenidos en diferentes momentos pero con niveles cada vez más elevados de complejidad.

Aspectos fundamentales del enfoque cognitivo son las llamadas estructuras cognitivas, por medio de las cuales las personas adquieren, organizan y reciben información, así como también los procesos de memoria y asociación. Ejemplo de tales estructuras son los esquemas,

los cuales podemos entender como estructuras internas de la persona, en las cuales se compara la información nueva con la existente, siendo posible así que un esquema según Mergel (1998) se pueda combinar, ampliar y alterar para dar espacio a la nueva información.

Basados en el estudio de tales estructuras y en la memoria, la teoría cognitiva del aprendizaje, propone modelos para hacer más eficaces los procesos de enseñanza-aprendizaje, pero cabe mencionar que dichos modelos al igual que el conductismo, poseen una visión objetiva de la realidad, lo cual significa conocer algo. Siendo entonces la meta instruccional de este enfoque, la transmisión de información que será asimilada por el aprendiz en sus esquemas para luego ser recuperada. Partiendo de tales postulados, las ciencias cognitivas, como lo mencionó Mergel (1998), dieron paso a la instrucción basada en la computadora, la cual se fundamenta en la similitud de los procesos realizados por las computadoras a los del ser humano para recibir clasificar, almacenar y recuperar información.

Uno de los primeros proyectos informáticos basados en el cognitivismo y enfocado a la educación fue Logo, el cual fue desarrollado por el matemático Seymour Papert en la década de los 60, dicho personaje fue un cercano colaborador de Jean Piaget, y basado en las ideas de este fundó el laboratorio de inteligencia artificial del MIT. En dicho laboratorio se gestó el ya mencionado Logo, que a grandes rasgos es un lenguaje de programación que fue diseñado como una herramienta para la enseñanza enfocada a las matemáticas, lenguas, ciencia y música para todas las edades, del mismo modo, permitía desarrollar simulaciones y presentaciones multimedia (Logo Foundation, 2015). Debido a su flexibilidad, Logo se convirtió en una de las aplicaciones más utilizadas para la enseñanza asistida por computadora para niños y adolescentes durante los años 80, situación que permitió el desarrollo e innovación de nuevas tecnologías educativas que basadas en los planteamientos cognitivistas facilitaban la transmisión objetiva de información a los estudiantes.

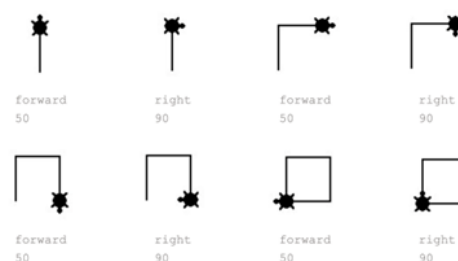


Figura 3. Comandos de Logo en pantalla. Fuente: Logo Foundation (2015).

De igual manera, con base en los postulados de las teorías cognitivas, el uso de inteligencia artificial (IA), se vio como algo aplicable a la instrucción y formación educativa, dando origen a los denominados sistemas expertos, los cuales comenzaron a ser explorados y utilizados en las décadas de 1970 y 1980, como parte del interés creciente en aplicar la IA para resolver problemas específicos en diversos campos, incluida la educación. Esta época marcó un período significativo de innovación y desarrollo en el ámbito de la IA, donde los investigadores estaban buscando maneras de aplicar las capacidades computacionales emergentes para imitar el razonamiento y la toma de decisiones de expertos humanos en áreas especializadas.

Uno de los primeros sistemas expertos en educación fue el proyecto SCHOLAR, desarrollado por Carbonell (1970), que se centró en la enseñanza de geografía utilizando un enfoque basado en IA para la tutoría. Otro ejemplo temprano fue el sistema GUIDON, desarrollado por Clancey (1983), que se basó en el sistema experto MYCIN para enseñar razonamiento médico. Estos sistemas se diseñaron para ofrecer a los estudiantes acceso a instrucción y retroalimentación personalizada sin la necesidad de un instructor humano presente en todo momento. Estos sistemas expertos iniciales sentaron las bases para la investigación y el desarrollo continuo en este campo de lo educativo, evolucionando hacia sistemas más avanzados y sofisticados que aprovechan las últimas tecnologías de IA para apoyar el aprendizaje y la enseñanza.

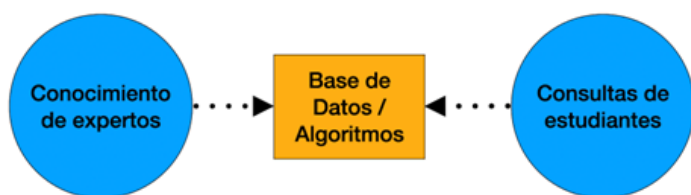


Figura 4.

Esquema general de un sistema experto. Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que los avances en las investigaciones de las teorías cognitivas durante las últimas décadas del siglo XX, fueron una pieza clave para el desarrollo de la informática y las ciencias de la computación (Gardner, 1985). Pues dicha fusión entre cognición y tecnología, permitió al diseño instruccional proponer tareas un tanto más complejas al aprendiz, como por ejemplo; la identificación de la estructura molecular de un compuesto desconocido en plataformas como Dendral (Lindsay et al., 1980).

No obstante, el aspecto cientificista de la teoría cognitiva, dejaba de lado muchos factores importantes del aprendizaje como es el componente social y cultural del

mismo (Vygotsky, 1978), pues como hemos podido revisar, este enfoque se centra en la manera en que aprende el sujeto y en las estructuras mentales individuales para el procesamiento de la información que sustentan el aprendizaje, más no en la participación social.

Constructivismo y LMS

El constructivismo es una teoría que, a diferencia del conductismo y el cognitismo, plantea que el aprendizaje es subjetivo, pues depende de la construcción de significado que haga el individuo sobre sus experiencias de aprendizaje, las cuales son siempre contextuales y mediadas por la cultura. En múltiples ocasiones suele asociarse al constructivismo con el cognitismo, debido a que en ambas teorías se hace uso de referentes a estructuras cognitivas como los esquemas antes mencionados (Ernest, 1993). Una de las principales diferencias entre ambas teorías recae en el aspecto subjetivo del conocimiento, situación que para los cognitivistas, implica que los resultados del aprendizaje no sean fácilmente medibles y podrían ser diferentes entre cada estudiante, careciendo así de objetividad (Mergel, 1998).

El constructivismo plantea el desarrollo personal en la actividad mental constructiva del sujeto, la cual supone se logra por medio del aprendizaje significativo que depende en gran medida de las condiciones propuestas por el profesor para crear situaciones de aprendizaje que fomenten cuestiones afectivas e interacción social. Siendo esta una parte fundamental de los enfoques constructivistas, pues como lo planteó Vygotsky (2012), toda función cognitiva aparece en dos niveles, el intersicológico (la cultura) y el intrapsicológico (el individuo), mostrando así el aspecto social de la cognición, pues el conocimiento es internalizado por el sujeto por medio de los productos culturales del contexto en el que se desarrolla, productos que a su vez son “enseñados” por un integrante de la comunidad con mayor experiencia e interpretados por el aprendiz. Dicho proceso es denominado andamiaje y resalta el aspecto social de la construcción del conocimiento. Para Merrill (1991) como se citó en Mergel (1998), el constructivismo enfocado a la educación se conforma en esencia de los siguientes puntos:

- El aprendizaje es una interpretación personal del mundo (subjetiva).
- El aprendizaje es un proceso activo en el cual el significado se desarrolla sobre la base de la experiencia.
- El crecimiento conceptual proviene de la negociación de significado, del compartir múltiples perspectivas y de la modificación de nuestras

propias representaciones a través del aprendizaje colaborativo.

- El aprendizaje debe situarse sobre acuerdos realistas, la evaluación debe integrarse con las tareas y no con actividades separadas, es decir, se evalúa el proceso como un todo. (p. 11)

Una vez mencionadas las nociones básicas del constructivismo, se considera necesario señalar cómo estas se aplican a la planeación de diseños instruccionales, para ello citamos el modelo de Entornos de Aprendizaje Constructivistas (EAC) de Jonassen (2000):

El modelo concibe un problema, una pregunta o un proyecto como centro del entorno, con varios sistemas de interpretación y de apoyo intelectual a su alrededor. El objetivo de un alumno es interpretar y resolver el problema o finalizar el proyecto. Los ejemplos relacionados y las fuentes de información ayudan a la comprensión del problema e indican posibles soluciones; las herramientas cognitivas ayudan a los alumnos a interpretar y manipular los diferentes aspectos del problema; las herramientas de conversación / colaboración permiten a las comunidades de alumnos negociar y colaborar en la elaboración del significado del problema, y los sistemas de apoyo social / contextual contribuyen a que los usuarios pongan en práctica el EAC. (p. 227)

El constructivismo es actualmente una de las teorías más utilizadas en el diseño instruccional de ambientes educativos en línea, ya que el software LMS (Learning Management System) Moodle está concebido con base en una pedagogía de constructivismo social, y muchas de las actividades de la plataforma están diseñadas para permitir que los estudiantes controlen el contenido común, tales como foros, wikis, glosarios, bases de datos, mensajes, etc. (Moodle, 2020). Esto anima a los estudiantes a añadir cosas para que otros participantes en el curso y experimenten el aprendizaje en entornos colaborativos. El número de usuarios de Moodle a nivel mundial es de 403,965,282 entre estudiantes y académicos, lo cual la convierte en la plataforma de aprendizaje en línea más utilizada del mundo. Siendo los países con mayor uso Estados Unidos, España, México y Alemania (Moodle, 2024).

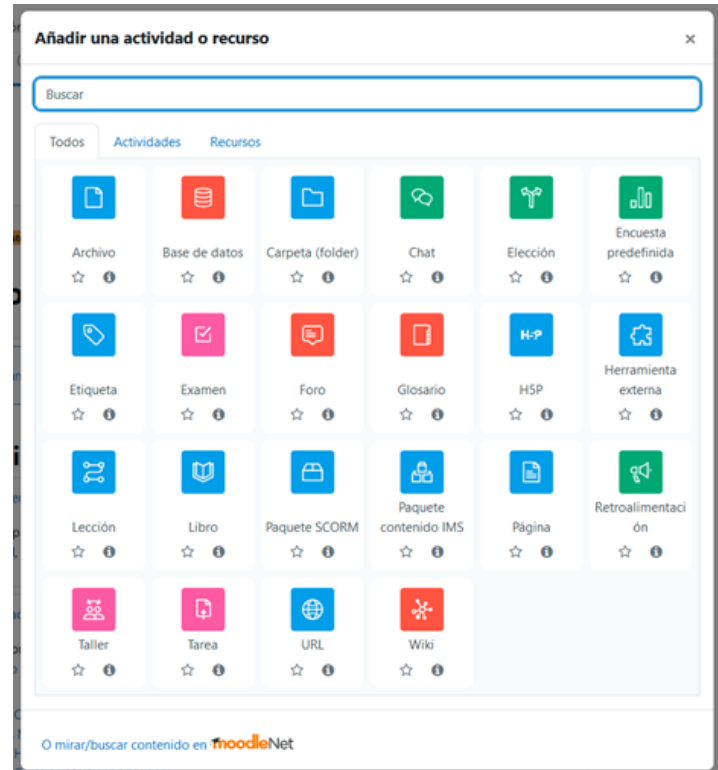


Figura 5.

Selector de actividades de Moodle. Fuente: Moodle.org (2023)

Si bien el aspecto social del constructivismo enfatiza una interacción rica y productiva entre aprendices y profesores, la constante participación como requisito dentro de las aulas (virtuales), puede dificultar la creación de comunidades de aprendizaje sólidas y la construcción de conocimiento compartido (Padilla-Partida y Ortiz-Rubio, 2015). De igual modo, su efectividad como modelo para la educación en línea puede verse comprometida debido a que no toma en cuenta la influencia y estructura de las redes digitales y cómo la información es distribuida en línea (Siemens, 2005).

Podría considerarse que los últimos avances en tecnología y la velocidad de producción del conocimiento en la época actual, son factores que pueden afectar el desarrollo de los entornos educativos en línea con enfoque constructivista, pues el acceso a la información y conocimiento depende cada vez más del individuo, quien a su vez requiere un repertorio de herramientas y habilidades personales para el manejo de redes informáticas complejas, así como de pensamiento crítico para la búsqueda y selección de recursos de información.

NUEVAS TECNOLOGÍAS; NUEVAS APROXIMACIONES

Como se ha mencionado en el apartado anterior, las teorías clásicas del aprendizaje: conductismo, cognitivism y constructivismo, se han centrado en diferentes aspectos del aprendizaje humano; pues el conductismo aborda la conducta observable y por ende se ha enfocado en el desarrollo de máquinas que promueven el aprendizaje con base en secuencias instruccionales objetivas y lineales, mientras que el cognitivism se ha encargado de estudiar las estructuras internas que permiten el procesamiento de la información. Derivado de ello, los sistemas expertos con base en inteligencia artificial han sido desarrollos tecnológicos que permiten a los estudiantes aprender contenidos educativos sin la necesidad de un tutor humano en tiempo real. Y finalmente, el constructivismo, con su énfasis en la génesis social del aprendizaje, ha permitido el desarrollo de software para el aprendizaje colaborativo en línea.

Aun cuando, la diversidad de los paradigmas revisados ha permitido comprender el aprendizaje humano en su complejidad, hoy día se considera necesario reflexionar sobre el papel activo de la tecnología contemporánea y su influencia en los procesos de aprendizaje y en la forma en que se lleva a cabo la enseñanza y la educación en general. Pues si bien, las teorías hasta ahora esbozadas han hecho aportes significativos a la educación con sus planteamientos conceptuales y desarrollos tecnológicos, estos obedecen a su contexto histórico, pues el progreso de la ciencia y la tecnología no es más que un aspecto del desarrollo histórico del ser humano (Cañedo-Andalia, 2001).

En ese sentido, a continuación se mencionan algunas aproximaciones acordes a la Era Digital que intentan dar forma al estudio del fenómeno educativo asistido por tecnología en nuestros días. Para ello, se hará una breve revisión de los supuestos conceptuales del conectivismo (Siemens, 2005; Downes 2006), y cómo a nivel metodológico se puede incluir en el núcleo del aprendizaje un conjunto abierto de múltiples tecnologías, como pueden ser por ejemplo los últimos avances en Inteligencia artificial generativa.

Conectivismo y aprendizaje en redes

En los últimos años, hemos generado un diálogo profundo con las máquinas que está transformando nuestra forma de interactuar con el mundo y modificando nuestros procesos cognitivos al conectarnos con ellas para realizar múltiples tareas y actividades (Sánchez-Sordo, 2019). Esta realidad ha impactado significativamente en el ámbito educativo, donde el aprendizaje está cada

vez más ligado a la tecnología. Al respecto, el Conectivismo surge como una teoría del aprendizaje para la era digital, proponiendo que el aprendizaje es la capacidad de navegar en las redes informáticas para acceder al conocimiento necesario (Siemens, 2004). En este enfoque, el aprendizaje implica la generación de conexiones, tanto externas (con recursos digitales, chatbots y personas) como internas (en la mente del individuo), mostrando una relación directa entre la organización de nuestro cerebro y el aprendizaje sobre el mundo, dado que como menciona Bartra (2021), el cerebro reestructura sus conexiones neuronales con el uso de la tecnología, planteando así una relación entre la organización y funcionamiento de nuestro cerebro y lo que podemos aprender sobre el mundo.

En este enfoque, el conocimiento es emergente y subjetivo, basado en la interpretación individual de patrones. Al respecto, uno de los supuestos fundamentales del conectivismo, plantea que una sola conexión entre dos nodos no tiene significado por sí sola, dado que el significado se distribuye en un grupo de conexiones que aparecen juntas como un todo único llamado patrón (Downes, 2006). Este patrón debe considerarse como la unidad más pequeña que tiene significado por sí sola. Y, por lo tanto, la red puede verse como un grupo de patrones que interactúan entre sí para dar significado a la información (Aldahdouh, 2017).

Dicho lo anterior, desde el conectivismo el individuo sigue una ruta para aprender que se compone de la siguiente manera:

1. Sensibilización y receptividad: Adquirir habilidades básicas para el acceso a herramientas y recursos de información.
2. Formación de conexiones: Crear una red personal y seleccionar información relevante. Los factores afectivos y emocionales influyen en la decisión de qué recursos incluir en la red de aprendizaje personal.
3. Contribución y participación: Ser un “nodo visible” dentro de la red y compartir recursos.
4. Reconocimiento de patrones: Identificar tendencias emergentes.
5. Descubrimiento del significado: Entender el significado detrás de los patrones y cambios. Comprender estos significados fundamenta la acción y la reforma de puntos de vista, perspectivas y opiniones.

Como se ha planteado, el conectivismo parte del individuo como generador de redes personales dentro de entornos digitales, por lo cual la autoorganización es un aspecto que debe contemplarse como fundamental

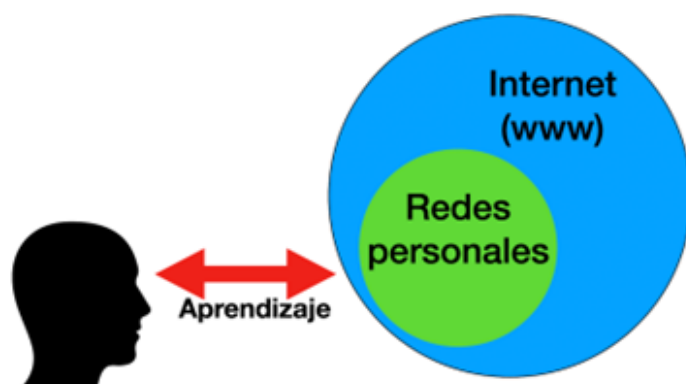
en este proceso, ya que permite la formación de conexiones libres entre diversas fuentes de datos para crear patrones de información útiles. Pues la autoorganización, es un proceso en el cual los sistemas complejos pueden surgir y mantenerse por sí mismos a partir de interacciones entre sus partes componentes, sin necesidad de una dirección externa (Maturana y Varela, 1980). Partiendo de esta definición, podemos plantear que el aprendizaje en redes es autodirigido, siendo entonces los entornos educativos no formales e informales en internet, los espacios donde los individuos seleccionan y utilizan una variedad de herramientas y recursos para acceder y almacenar información.

A dichos espacios o conductos en los cuales los individuos acceden, almacenan y distribuyen información para aprender, se les denomina Entornos Personales de Aprendizaje (PLE, por sus siglas en inglés). Estos PLE son interesantes, pues no son una tecnología en particular, sino una forma en la que se usa la tecnología para aprender, y para Downes como se citó en Castañeda y Adell (2013), son un conjunto abierto de herramientas, fuentes de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza para aprender en la red, y su construcción y atributos dependen del individuo y sus necesidades personales de aprendizaje. Un PLE puede contener herramientas web como páginas, foros, blogs, wikis, redes sociales e incluso chatbots. Y algunas de las estrategias cognitivas empleadas en este contexto incluyen la búsqueda, recopilación, gestión, reflexión y puesta en práctica del conocimiento (Garay et al., 2013).

Figura 6.

Relación entre el individuo, sus redes y la gran red. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, cabe destacar que los procesos cognitivos que sustentan el aprendizaje, deben ser abordados no solo en su aspecto biológico o psicológico. Sino que se considera necesario reconocer el papel activo de la tecnología en los procesos de pensamiento, pues como plantean Clark y Chalmers (2011), la cognición se extiende más allá de los límites craneales. Siendo entonces las conductas y procesos relacionados con el aprendizaje llevados a cabo también con herramientas, lo cual supone entonces una tercera dimensión en el aprendizaje, la tecnológica, y no en su sentido meramente material, sino funcional, pues las herramientas entendidas como extensiones son parte del sistema cognitivo debido a las funciones que en ellas y que con ellas generamos. Esto se considera relevante, pues abre el panorama al análisis e inclusión de tecnologías de vanguardia como la inteligencia artificial generativa en los procesos educativos



y de aprendizaje, pues como se ha planteado desde el conectivismo, el aprendizaje incluye la generación de redes personales dentro de las cuales se incluyen múltiples tecnologías que dan información al aprendiz quien con base en un reconocimiento subjetivo de patrones le dotará de significado.

Los avances en tecnologías que podríamos clasificar como prótesis cognitivas de base numérica, transforman nuestras capacidades intelectuales tan claramente como lo harían mutaciones en nuestra genética (Lévy, 2004). Por lo cual, el análisis detallado de las nuevas tecnologías como aspectos estructurales de la cognición y del aprendizaje en sí mismo, modifica la forma en la cual entendemos la educación, pues el conducto, como menciona Siemens (2006), es más importante que el contenido dentro del conducto. Esto hace que el contenido sea menos relevante en comparación con la conexión. Dicho esto podemos ver cómo las tecnologías informáticas, particularmente las redes, y sus desarrollos más actuales como pueden ser los chatbots de última generación, replantean los procesos tradicionales de enseñanza y nos acercan cada día más hacia metodologías abiertas, autodirigidas, y situadas en contextos digitales armados mayoritariamente por el estudiante y sus necesidades personales de aprendizaje.

DISCUSIÓN:

Este análisis ha transitado desde los orígenes del uso de la tecnología en educación, basado en teorías clásicas del aprendizaje, hasta llegar a las interacciones actuales entre tecnología educativa y teorías contemporáneas como el conectivismo. Con este trabajo se subraya el cambio histórico de nuestra comprensión del aprendizaje, desde procesos internos individuales hasta la participación activa en redes informáticas extensas. Este cambio refleja la transición hacia una sociedad profundamente interconectada, donde el aprendizaje y el co-

nocimiento se configuran en un contexto mucho más amplio y dinámico que en épocas anteriores.

La integración de la inteligencia artificial (IA) y otras tecnologías digitales avanzadas en los procesos educativos, no solo extiende las capacidades cognitivas humanas, sino que también plantea preguntas fundamentales sobre la naturaleza del aprendizaje y el conocimiento. La propuesta de Siemens (2005) destaca la emergencia de un paradigma en el que la inteligencia y el conocimiento se distribuyen más allá de los límites individuales hacia la vastedad de las redes digitales. Este enfoque reconoce el papel central del individuo como generador y navegante de estas redes, marcando un cambio significativo en cómo debe conceptualizarse la educación en el siglo XXI.

En este contexto, la educación debe adaptarse rápidamente para enseñar a las nuevas generaciones, que están acostumbradas a interactuar con la tecnología desde una edad temprana y que la perciben como una extensión natural de su ser (Clark et al., 2011). Estos estudiantes de la era digital requieren enfoques educativos que no solo impartan conocimientos, sino que también fomenten habilidades para navegar, interpretar y contribuir activamente a las redes de aprendizaje. Esto implica una reevaluación de los modelos educativos tradicionales, que a menudo se centran en el contenido y la memorización, hacia modelos que valoran la capacidad de conectar, para aprender y el pensamiento crítico en entornos digitales complejos.

Además, la distribución del conocimiento a través de las redes digitales sugiere que la educación del futuro estará cada vez más mediada por tecnologías que facilitan la conexión entre estudiantes, educadores, recursos y comunidades de aprendizaje. La convergencia entre humanos e IA, como sugiere Siemens (2023), no solo ampliará las capacidades educativas, sino que también desafiará las nociones tradicionales de autoridad, autonomía y la naturaleza misma del conocimiento. Este futuro educativo requerirá una mentalidad abierta y una disposición al cambio por parte de todos los actores del sector educativo, desde responsables políticos y administradores hasta educadores y estudiantes.

La adaptación a este nuevo entorno implica superar barreras institucionales, culturales y tecnológicas. Las instituciones educativas deberán invertir en infraestructura tecnológica, formación docente y desarrollo curricular que refleje las necesidades emergentes de la sociedad digital. Asimismo, será crucial fomentar una cultura de innovación y experimentación que permita a los educadores y estudiantes explorar nuevas formas de enseñanza y aprendizaje.

En síntesis, la evolución de las teorías y tecnologías educativas reflejada en este análisis subraya la necesidad de un replanteamiento fundamental de la educación. El futuro exigirá enfoques que reconozcan la centralidad del aprendizaje en red, la distribución de la inteligencia y la convergencia entre humanos e IA. Prepararse para este futuro significa adoptar un enfoque proactivo hacia la innovación educativa, garantizando que profesores y estudiantes no solo se adapten a los cambios, sino que también prosperen en el nuevo paisaje del aprendizaje digital.

CONCLUSIONES

A través del análisis realizado en este artículo, hemos explorado la transformación significativa de las tecnologías educativas, desde sus inicios con las máquinas de enseñanza basadas en el conductismo hasta la integración contemporánea de redes informáticas y la inteligencia artificial en la educación. Este recorrido destaca la profunda evolución de la psicología y las herramientas educativas en respuesta a las cambiantes teorías del aprendizaje y las necesidades de la sociedad. En la era digital, se reconoce cada vez más la importancia del individuo como creador y explorador activo dentro de las redes, marcando un desplazamiento hacia el aprendizaje autodirigido y colaborativo.

Con la distribución de la inteligencia y el conocimiento más allá de los límites individuales, se hace evidente la necesidad de adaptar la educación para preparar a los estudiantes para aprender efectivamente en entornos de conocimiento en red. Este panorama exige una adaptabilidad y una mentalidad abierta por parte del sector educativo, para aprovechar las oportunidades que las nuevas tecnologías ofrecen para enriquecer el aprendizaje. La convergencia entre las capacidades humanas y la inteligencia artificial representa el futuro de la educación, subrayando la importancia de preparar tanto a educadores como a estudiantes para este nuevo entorno.

REFERENCIAS

- AlDahdouh, A. (2017). Does Artificial Neural Network Support Connectivism's Assumptions? *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 13(3). Recuperado de <https://ssrn.com/abstract=3063496>
- Aguilar I. E., *La instrucción programa: el condicionamiento operante en la educación* (2010), <http://esmok.blogspot.mx/2010/06/la-instruccion-programada-el.html>
- Aparici, R. (2010). *Conectados en el ciberespacio*. Madrid: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Audrey Watters. (2018). *Teaching Machines*. Recuperado de <http://teachingmachin.es/2018/08/15/update>
- Bartra, R. (2021). *Antropología del cerebro*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

- Bruner, J. S. (1976). *The Process of Education*. Harvard University Press.
- Cañedo Andalia, R. (2001). Ciencia y tecnología en la sociedad: Perspectiva histórico-conceptual. *ACIMED*, 9(1), 72-76. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352001000100005&lng=es&tlng=es
- Carbonell, J. G. (1970). SCHOLAR: A system for computer-based learning. *Artificial Intelligence Journal*, 1(1), 123-145.
- Castañeda, L., & Adell, J. (2013). *Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red*. Alcoy: Marfil.
- Clancey, W. J. (1983). *Guidon: A computer-aided instructional program* (Report No. STRN-CS-83-997). Stanford University Department of Computer Science, Stanford, CA.
- Clark, A. & Chalmers, D. J. (2011). *La mente extendida*. Editorial KRK.
- Dorrego, M. E. (2011). Características de la instrucción programada como técnica de enseñanza. *Revista de Pedagogía*, XXXII(91), 75-97.
- Downes, S. (2006). Learning Networks and Connective Knowledge. En H. H. Yang & S. C.-Y. Yuen (Eds.), *Collective intelligence and elearning* (pp. 1-26). Nueva York: Information Science Reference.
- Ellul, J. (2003). La técnica o el enigma de la técnica. Ed. Octaedro.
- Ernest, P. (1993). *Constructivism, the psychology of learning, and the nature of mathematics: Some critical issues*. *Science Education*, 2, 87-93. <https://doi.org/10.1007/BF00486663>
- Fidalgo, A. (2008). *La máquina de enseñar de Skinner. El comienzo*. Obtenido de Educación: <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2008/04/15/la-maquina-de-ensenzar-de-skinner-el-comienzo/>
- Gagné, R. M. (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*. Holt, Rinehart and Winston.
- Garay, U., Lujan, C., & Etxebarria, A. (2013). El empleo de herramientas de la Web 2.0 para el desarrollo de estrategias cognitivas: un estudio comparativo. *Porta Linguarum*, 20, 169-186.
- Gardner, H. (1985) *The mind's new science: A history of the cognitive revolution*. New York: Basic Books.
- Guilar, M. (2009). Las ideas de Bruner: "de la revolución cognitiva" a la "revolución cultural". *Educere*, 13 (44), 235-241.
- Gredler, M. E., (2005) *Learning and Instruction: Theory into Practice* - 5th Edition, Upper Saddle River, NJ, Pearson Education
- Heredia, Y., & Sánchez, A. (2012). *Teorías del aprendizaje en el contexto educativo*. Monterrey: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- Hurtado P., C. (2006). El conductismo y algunas implicaciones de lo que significa ser conductista hoy. *Diversitas*, 2(2), 321-328. Recuperado de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-99982006000200012&lng=pt&tlng=es
- Jonassen, D. (2000). El diseño de entornos constructivistas de aprendizaje. En C. Reigeluth, *Diseño de la Instrucción teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción Parte I* (págs. 225-249). Madrid : McGrawHill.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento* (L. E. Pineda Ayala & I. Mora Magaña, Trad., 4ta ed.). McGraw-Hill.
- Kuhn, T. S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Levy, P. (2004). *Inteligencia Colectiva: Hacia una antropología del Ciberespacio*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Lindsay, R. K., Buchanan, B. G., Feigenbaum, E. A., & Lederberg, J. (1980). *Applications of Artificial Intelligence for Organic Chemistry: The Dendral Project*. McGraw-Hill Book Company.
- Logo Foundation. (2015). *What is Logo?* Recuperado de https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/index.html
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. D. Reidel Publishing Company.
- McLuhan, M. (1996). *Comprender los medios de comunicación: las extensiones del ser humano*. Paidós.
- Merrill, M. D. (1991). *Constructivism and instructional design*. *Educational Technology*, May, 45-53
- Mergel, B. (1998). *Diseño instruccional y teoría del aprendizaje*. Canadá: Universidad de Saskatchewan.
- Moodle. (2020). *Pedagogía*. Recuperado de <https://docs.moodle.org/all/es/Pedagog%C3%ADa>
- Moodle. (2023). *Selector de actividad*. Recuperado de https://docs.moodle.org/all/es/Selector_de_actividad
- Moodle. (2024). *Moodle Statistics*. Recuperado de <https://stats.moodle.org/>
- Padilla Partida, S., Ortiz Rubio, L. J., & López de la Madrid, C. (2015). Comunidades de aprendizaje en línea. Análisis de las interacciones cognitivas, docentes y afectivas. *Apertura*, 7(1), 1-18. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=8838021008>
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The Psychology of the Child*. Basic Books.
- Peñaloza, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnología*, México, Adison-Wesley.
- Prensky, M. (2013). *Enseñar a nativos digitales* (1a. ed). México: SM Ediciones,
- Sánchez-Sordo, J. M. (2019). Data mining techniques for the study of online learning from an extended approach. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 6(1), 1-24. <https://doi.org/10.4995/muse.2019.11482>
- Schuman, L. (1996). *Perspectives on instruction*. Obtenido de En Línea: <http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec540/Perspectives/Perspectives.html>
- Siemens G. (2023). *ChatGPT: the AI tech that's revolutionising teaching*. News and events - University of South Australia.
- Siemens, G. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*. Madrid: Ediciones Nodos Ele.
- Siemens, G. (2005). *Learning Development Cycle: Bridging Learning Design and Modern Knowledge Needs*. En línea.
- Siemens, G. (2006). *Conociendo el conocimiento*. Madrid: Ediciones Nodos Ele.
- Skinner, B. (1958). Teaching Machines. *Science*, 128 (3330), 969-977.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (2012). *Obras Escogidas IV*. Machado Libros
- Zapata-Ros, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del "conectivismo". *Revistas VSAL*, 16 (1), 1-49.