



Desarrollo de un entorno digital de aprendizaje desde el Conectivismo y su posterior análisis utilizando algoritmos de *machine learning*

Development of a digital learning environment from Connectivism and its subsequent analysis using machine learning algorithms

José Manuel Sánchez Sordo; jose.sordo@iztacala.unam.mx;  <https://orcid.org/0000-0001-6569-251X>

Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

El Conectivismo plantea que el conocimiento se encuentra distribuido a través de una red personal de conexiones, y por consiguiente el aprendizaje consiste en la habilidad de los individuos para construir y navegar esas redes. El objetivo del estudio se centró en desarrollar un entorno digital con base en postulados teóricos del Conectivismo dentro del cual se pudieran conocer las interacciones de aprendizaje por parte de los participantes. Se contó con una muestra de 117 voluntarios y se analizaron los datos de forma cuantitativa con algoritmos de inteligencia artificial. Los resultados muestran que los foros son buenos predictores de permanencia dentro del entorno y que, a mayor habilidad en el uso de internet menor es el uso de plataformas educativas.

Palabras clave: Conectivismo, educación, inteligencia artificial, e-learning, aprendizaje

Abstract

Connectivism states that knowledge is distributed through a personal network of connections and that learning consists of the ability of individuals to generate and navigate those networks. The objective of the study was to develop a digital environment based on the theoretical postulates of Connectivism and to know the interactions of the participants within the system. The sample consisted of 117 volunteers and the data was analyzed with artificial intelligence algorithms. The results show that forums are good predictors of permanence within the environment and, that a greater ability in the use of the internet predicts less use of educational platforms.

Keywords: *Connectivism, education, artificial intelligence, learning, e-learning*



INTRODUCCIÓN:

Las tecnologías de la información y su impacto en la sociedad, y la educación junto con su potencial para facilitar estrategias de aprendizaje son clave para el futuro, pues dichas tecnologías para Conrads y Redecker (2017), cambiarán lo que necesitaremos aprender y cómo aprenderemos en el período de los años 2020 a 2030. En este sentido, para el presente trabajo se tornó necesario reflexionar e investigar desde posturas actuales cómo los procesos de aprendizaje ocurren en la era digital, pues a nivel histórico las concepciones que se tienen sobre el hombre y el uso de tecnología están dando lugar a nuevos paradigmas que aportan a la investigación del aprendizaje y la educación mediada por la tecnología. Pues como plantea Levy (2004), la inteligencia no está solo en las cabezas de los individuos, sino repartida dentro de las redes y puede ser entendida según Minsky (1986) como la unión de muchas partes carentes de sentido que conectadas crean un nivel de orden superior en conjunto inteligente, situación que puede ser asimilada a nivel filosófico bajo los postulados de Clark (2011) que contemplan a la *mente* como una *acción* que se extiende entre la biología y la tecnología, integrando así a las herramientas en el núcleo de los procesos cognitivos. De igual modo Downes (2012), propone que los contenidos y funciones mentales se almacenan y logran gracias a la unión de varias conexiones a manera de red que pueden incluir al cerebro y la tecnología.

Relacionado con tales planteamientos, es necesario abordar el aprendizaje desde enfoques y metodologías que aporten al estudio de éste dentro de contextos digitales. Para ello el Conectivismo (Siemens, 2006a), es una propuesta de teoría del aprendizaje para la era digital, es decir, un marco referencial y explicativo del proceso de aprendizaje en entornos educativos digitales no formales (Sánchez-Sordo, 2014), y no una teoría psicológica que intente explicar el desarrollo o conducta humana en su totalidad, sino una aproximación que busca responder a cómo las personas aprendemos y aumentamos nuestro estado de conocimiento en un contexto específico; las redes informáticas. Esta aclaración resulta pertinente dadas las críticas que el Conectivismo como teoría de aprendizaje ha recibido, como la realizada por Zapata-Ros (2015), quien con base en las antiguas concepciones desaprueba el planteamiento de Siemens (2004), de que “el aprendizaje puede residir en dispositivos no humanos” al decir que esta interpretación contradice todas las teorías y concepciones del aprendizaje, en función de que cuestiona su base en el concepto. Si bien tal planteamiento se aleja de las teorías clásicas, es acorde a lo propuesto por Clark (2011), reflejando así el contexto social subyacente que da vida a estas nuevas teorías; la tecnología como agente activo en el proceso de aprendizaje.

En este sentido al fungir la tecnología un rol relevante en el aprendizaje Pons (2013), propone educar a ciudadanos digitales que puedan acceder de manera provechosa a la interconectividad de las redes informáticas, pues éstas modificaron la manera de generar conocimiento, siendo entonces necesario desarrollar planteamientos y estrategias para evitar perdernos en el *desorden*



digital. Dicha situación muchas veces se intenta resolver con alfabetización digital, que en gran medida se limita a la enseñanza de uso de aplicaciones digitales (Silvera, 2005; Kriukov, 2017), pero en realidad debe atenderse como algo más profundo, ya que en el contexto de las redes informáticas el conocimiento como propone Downes (2009) no es objetivo, sino que es emergente, lo cual significa que existe solo en virtud de un proceso de reconocimiento subjetivo. Es decir, es el individuo quien reconoce patrones que van emergiendo de las conexiones que genera dentro de la red entre distintos “trozos” de información, y es bajo este principio que debemos entender a la tecnología como agente transformador del aprendizaje y no por sus circuitos o cableados.

Conectivismo y aprendizaje en redes:

A nivel conceptual el Conectivismo integra principios de redes, complejidad, autoorganización y aspectos de mente extendida (Sánchez-Sordo, 2019), pues como se ha mencionado enfatiza que gran parte del conocimiento y aprendizaje no están sólo al interior de las cabezas de los individuos. Para Downes (2011), el Conectivismo es la tesis de que el conocimiento se encuentra distribuido a través de una red personal de conexiones, y por consiguiente el aprendizaje consiste en la habilidad de los individuos para construir y navegar esas redes. Al respecto Redecker (2009), plantea que tales redes existen a nivel externo e interno, siendo en lo externo estructuras que creamos para estar al día, crear y conectar con nuevo conocimiento; y sus nodos las entidades (personas, sitios web, aplicaciones, etc.), con las cuales los individuos conectamos para formar una red. A nivel interno, las redes personales de aprendizaje pueden ser percibidas como estructuras existentes en nuestras mentes en la conexión y creación de patrones de comprensión, ya que como afirma Siemens (2006a), adaptamos las conexiones de nuestro cerebro para procesar el ambiente en que nos movemos, dado que probablemente el cerebro gracias a su plasticidad (Bartra, 2007) reestructura sus conexiones con el uso de la tecnología, pues las redes digitales de aprendizaje que generamos, podríamos decir que se generan también a nivel neuronal (Downes, 2012), lo cual implica una sólida relación entre la organización y funcionamiento del cerebro, las herramientas y lo que aprendemos.

Para este enfoque, lo valioso del estudio del aprendizaje es comprender la capacidad de los individuos para generar conexiones en entornos educativos en internet que promuevan la conexión especializada entre conjuntos de información, enfatizando así su habilidad para conseguir y almacenar información en estructuras como redes y dispositivos informáticos.

En ese orden de ideas, se plantea que el aprendizaje como proceso emergente conlleva la siguiente ruta (Downes, 2006) que va de lo simple a lo complejo:

- 1. Contexto: Se localizan fuentes de información en la red.**



2. Relevancia: **La recurrencia de un patrón dentro de la red.** Si se activan conexiones previamente activadas, entonces se consideran relevantes.
3. Aparición: **El desarrollo de patrones en la red.** Cuando un patrón es relevante (2) para una persona éste aparece (emerge) de dentro de la red.
4. Memoria: **La aparición persistente de patrones** de conectividad.

En este sentido, al ser el aprendizaje un proceso centrado en reconocimiento de patrones dentro de una red, la habilidad de un individuo para diferenciar entre conocimiento confiable y no confiable es algo importante dentro del aprendizaje *conectivo* (Downes, 2009). Por lo cual, estudiar las maneras en que las personas interactúan con tecnología para generar redes de aprendizaje en internet es necesario, pues ello nos indica a nivel comportamental cómo las personas generan conocimiento y aprenden dentro de la red. En esta línea Garay, Lujan y Etxebarria (2013), plantean como estrategias para el aprendizaje en la web 2.0 las siguientes: Búsqueda (de información), Recopilación, Gestión, Reflexión y Prácticas, que a su vez asocian con el uso de tecnologías en particular como son foros, wikis y buscadores online.

Si bien la asociación entre estrategias, uso y tecnologías es interesante, desde el Conectivismo se plantea una noción más amplia denominada Ambientes Personales de Aprendizaje (PLE), que hace referencia a una visión psicopedagógica de cómo aprendemos las personas con tecnología, y no a tecnologías en específico (Downes citado en Castañeda y Adell, 2013). Siendo entonces los entornos personales de aprendizaje un conjunto abierto de herramientas, fuentes de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza para aprender y no una tecnología en particular.

Por lo cual al adentrarnos en el desarrollo de entornos educativos en internet –como el caso de este estudio– es necesario retomar lo planteado por Siemens (2006a), en tanto que los espacios y estructuras son elementos organizativos de nuestra sociedad pues dialogamos y funcionamos en ellos. Los espacios (escuelas, internet, museos) proporcionan el entorno en que tienen lugar nuestras conversaciones y encuentros. Las estructuras (sistemas de clasificación, jerarquías, gobierno) proporcionan el proceso y forma en que se toman decisiones, fluye el conocimiento y se hacen las cosas. Estructuras y espacios orientan las posibilidades, por lo cual nuevos enfoques estructurales permitirán la formación de organizaciones para gestionar el rápido aumento del conocimiento. A manera de analogía Siemens (2006a), menciona que un campo de béisbol posibilita que se lleve a cabo un partido de béisbol, crear un auditorio permite ofrecer conciertos, y por ende construir espacios digitales para el aprendizaje permite que las personas aprendan en internet, pues los entornos como el construido para este estudio y las redes proporcionan la solución a las estructuras y espacios que hacen falta para albergar y facilitar el flujo del conocimiento.



Si bien Siemens (2006b), al igual que Downes (citado en Castañeda y Adell, 2013) tampoco hace referencia a tecnologías específicas para construir espacios o ecologías de aprendizaje, sí propone los aspectos que un entorno digital debe contemplar para hacer asequible la adquisición de conocimiento por parte de los aprendices como son: espacios para aprender de manera estructurada, para buscar conocimiento y para la conexión entre expertos y principiantes. Aspectos que serán retomados en los próximos apartados de este trabajo y que fueron clave para su realización a nivel metodológico, pues basado en ellos se realizó una propuesta de entorno digital de aprendizaje que permitía a los usuarios generar sus propias conexiones en la red.

METODOLOGÍA:

Objetivo:

Desarrollar un entorno digital basado en postulados teóricos del Conectivismo que permita conocer las interacciones con fines de aprendizaje en la red por parte de los participantes.

Tipo de estudio:

Se realizó un estudio no experimental con enfoque cuantitativo utilizando técnicas de aprendizaje de máquinas de tipo supervisado.

Muestra:

Muestra no probabilística de **117 voluntarios**. La mayoría mujeres de la Ciudad de México estudiantes y egresadas del área de Ciencias Biológicas.

Procedimiento:

1. Se diseñó y ofertó un curso en línea dentro de un entorno digital de aprendizaje desarrollado bajo supuestos teóricos del Conectivismo, lo cual supuso la integración de aplicaciones y soluciones tecnológicas que en conjunto dieron como resultado un espacio denominado *Cognociendo* dentro del cual los participantes del curso podían adquirir conocimiento, y generar redes personales de aprendizaje. En la tabla uno se muestran los aspectos mencionados por Siemens (2006b) que debe contener un espacio digital y cómo fueron



abordados dentro del entorno construido para este estudio y que serán descritos más adelante.

Tabla 1. *Planteamientos del Conectivismo para un entorno digital y su correspondencia dentro del entorno desarrollado para este estudio.*

| Planteamientos (Conectivismo) | Entorno (Cognociendo.unam.mx) |
|---|--|
| Espacio para aprender de manera estructurada. | Lección teórica de 47 páginas de contenido y evaluaciones. |
| Espacio para autoexpresarse. | Muro social con conectividad a Facebook y Notas personales |
| Espacio para debate y diálogo. | Foros de trabajo por temática de proyecto. |
| Espacio para buscar conocimiento almacenado. | Almacén de recursos (individual y público). |
| Espacio para conexión entre expertos y principiantes. | Foros de trabajo, Muro social (integración de Facebook) y mensajería privada. |
| Espacio para comunicar nueva información y conocimiento e indicadores de cambio en el campo de la práctica. | Foros de trabajo, Muro social (integración de Facebook) y Almacén de recursos. |

1.1. Como puede leerse en la tabla 1, el entorno desarrollado consistía en varias secciones que cubrían lo propuesto por Siemens (2006b), siendo éstas las siguientes:

1.1.1. **Lección teórica:** Se componía de contenidos teóricos relacionados con las temáticas del curso (teorías del aprendizaje, tecnología educativa, entre otros) dispuestos y diseñados de manera estructurada que incluía textos, videos, esquemas y evaluaciones por tema.

1.1.2. **Muro social:** Se programaron plugins de Facebook para fusionar el entorno con dicha red social para contar con una sección que permitiera la comunicación libre entre los participantes del curso/entorno. En esta sección podían tratarse temas personales o académicos.

1.1.3. **Almacén de recursos:** En este espacio los participantes podían almacenar y compartir recursos de información relevantes que recopilaban dentro de la red para su aprendizaje y realización de su práctica (ver fase 2.2).



- 1.1.4. **Foros de trabajo:** Eran espacios destinados a promover conversaciones de tipo académico (dudas o ideas) relacionadas con las temáticas del curso.
- 1.1.5. **Notas personales:** Los usuarios podían de manera privada realizar notas personales sobre la información revisada en la lección teórica.

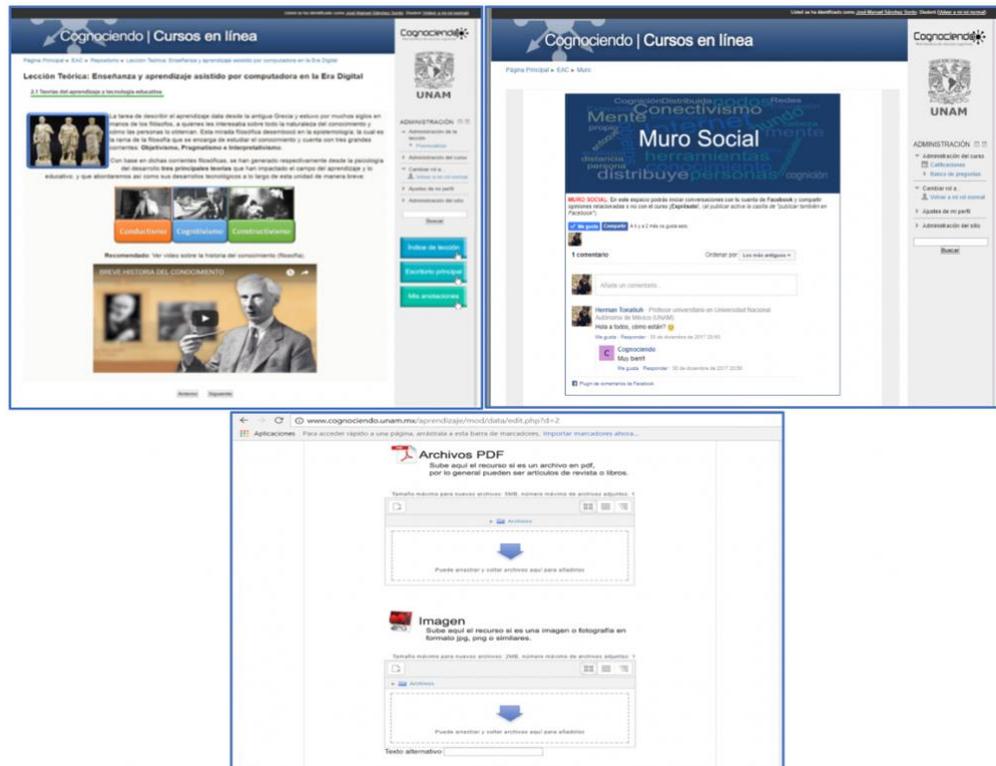


Figura 1. Secciones del curso.

- 2. **Diseño y desarrollo del curso:** Se desarrolló el curso en línea “Enseñanza y aprendizaje mediados por computadora en la era digital” como escenario para observar las interacciones de los participantes con las diferentes secciones del entorno y con otros participantes, lo cual a su vez permitía la generación de redes personales de aprendizaje. Para ello el curso comprendía a nivel instruccional las siguientes fases:
 - 2.1. **Fase teórica:** En esta fase los participantes tenían que cursar de manera individual los contenidos de la lección teórica descrita previamente (1.1.1.) y resolver las evaluaciones.
 - 2.2. **Fase práctica:** Una vez cursada la fase teórica satisfactoriamente, los usuarios iniciaban la realización de una práctica correspondiente a la generación de un producto de



aprendizaje sobre alguna temática abordada dentro de la lección teórica (Logo, Máquinas de enseñanza, PLE). Los productos para desarrollar, podían ser infografías, videos o presentaciones en Prezi. Para su realización los participantes debían (con base en información estudiada en la fase teórica) generar conexiones en la red que les permitieran profundizar en la temática y encontrar recursos útiles para el desarrollo de su producto, tales recursos se podían almacenar y compartir dentro del entorno usando las diferentes secciones, generando así sus redes personales de aprendizaje.

2.3. **Recogida de datos:** Finalmente, se aplicó a los participantes un cuestionario sobre el *uso del entorno conectivista* desarrollado para este estudio y abordaba el uso y relevancia de las diferentes secciones del entorno con fines de aprendizaje, así como cuestiones relacionadas con la metodología del curso. Los datos recogidos fueron de suma importancia, para obtener patrones y clasificaciones de uso del entorno y de cómo la gente aprendió siguiendo la metodología basada en Conectivismo.



Figura 2. Páginas de inicio e instrucciones.

Análisis de datos:

Para analizar los datos se utilizó el modelo KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), que es un proceso de múltiples pasos para el descubrimiento de conocimiento en grandes colecciones de datos. Una de sus definiciones más completas es la propuesta por Fayyad (1997), quien menciona:

El descubrimiento de conocimiento en bases de datos es un campo de la inteligencia artificial de rápido crecimiento, que combina técnicas del aprendizaje de máquinas, reconocimiento de patrones, estadística, bases de datos, y visualización para automáticamente extraer conocimiento de un nivel bajo de datos (bases de datos). (p.2)

Bajo este modelo, se analizaron los datos recogidos con el cuestionario (n=117) por medio del algoritmo de inteligencia artificial J48 que permite generar arboles de decisión para clasificar datos por medio de la disminución de entropía gracias a la ganancia de información haciendo uso de la función matemática (Sancho, 2018):

$$E(S)=\sum C_i=1-p_i \log_2(p_i)$$

Posteriormente se obtuvieron estadísticos descriptivos para puntualizar algunas cuestiones sobre el uso del entorno y el aprendizaje en él generado.

RESULTADOS:

Descubrimiento de patrones:

Para este análisis se creó un árbol de decisión con el algoritmo que permitió obtener **18** patrones de cómo los participantes utilizaron el entorno desarrollado y su ulterior clasificación de uso en **limitado/regular, parcial/bueno** y **completo/óptimo** obteniendo buenos indicadores estadísticos como puede leerse a continuación.

Tabla 2. Estadísticos del árbol clasificador de "Uso de entorno conectivista".

| | |
|-------------------------|--------|
| Instancias clasificadas | 93.96% |
| Kappa | .9074 |
| ROC (limitado/regular) | .980 |
| ROC (parcial/bueno) | .988 |
| ROC (completo/óptimo) | .993 |
| ROC Promedio | .987 |

Como puede verse en la Tabla 2, el modelo para clasificar los datos arrojó niveles muy altos de *área bajo la curva* (ROC), lo cual indica la precisión con la cual el algoritmo generó los patrones y clasificaciones correspondientes. Siendo entonces las combinaciones de acciones recogidas en el modelo certeras en un **98%** para describir y predecir la conducta con fines de aprendizaje de los participantes del entorno.



A continuación, se muestra el modelo gráfico obtenido por el algoritmo donde se ilustran los 18 patrones según la usabilidad del entorno conectivista por parte de los participantes. Las salidas **rojas** corresponden a uso limitado/regular, las **amarillas** a uso parcial/bueno del entorno y las **verdes** a un uso completo/óptimo.

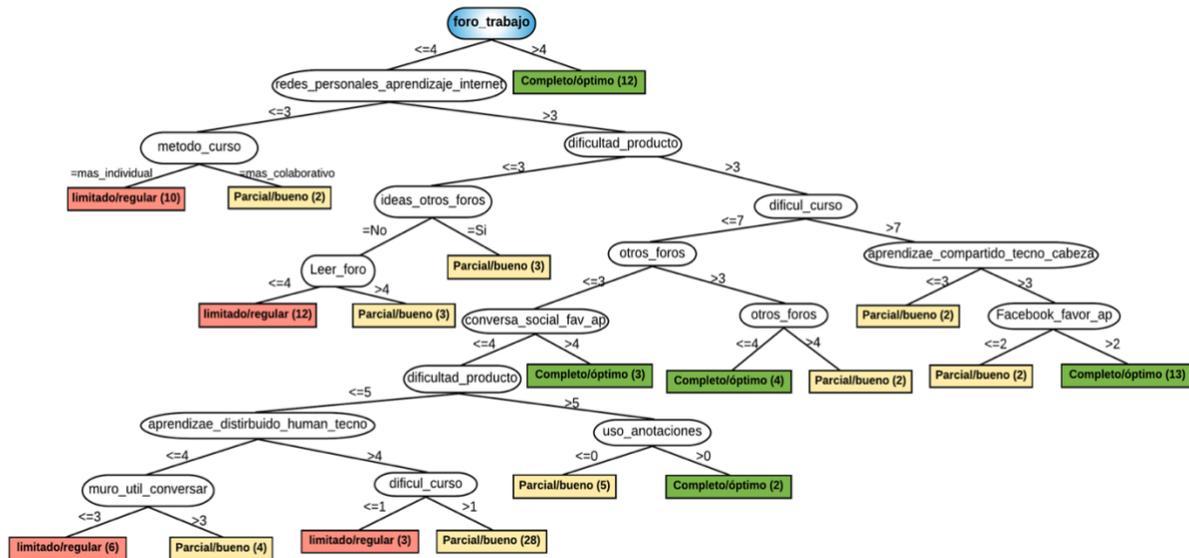


Figura 3. Árbol de decisión “Uso del entorno conectivista” (n=117)

Cómo puede observarse en la figura 3, se encontraron varios patrones para clasificar a los **117** sujetos según el uso y comportamiento dentro del entorno conectivista. Siendo el atributo uso de foros (**foro_trabajo**) el principal para clasificar su conducta como podrá leerse más adelante.

En cuanto al número de instancias, la clasificación con mayor número de casos es **bueno/parcial** (48/117), lo cual significa que la mayoría de participantes utilizó el entorno de manera parcial como será descrito.

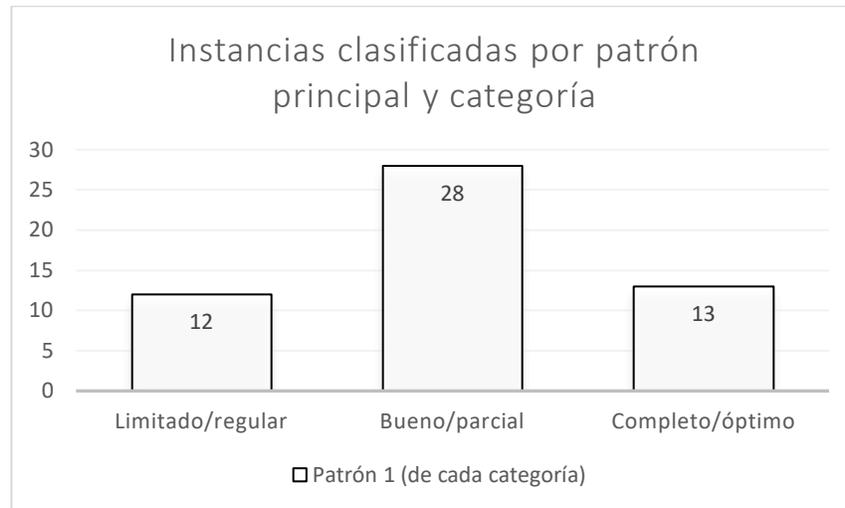


Figura 4. Sujetos por categoría/uso.

7.13 Interpretación de patrones

En este apartado se describen algunos patrones que contienen las principales acciones que los participantes realizaron dentro del entorno para generar aprendizaje en la parte práctica del curso ofertado.

Si bien se obtuvieron 18 patrones, a continuación, se muestra únicamente el patrón más relevante para cada clasificación (uso óptimo, parcial y limitado) con su respectiva interpretación:

1. Uso Completo/Óptimo del entorno conectivista:

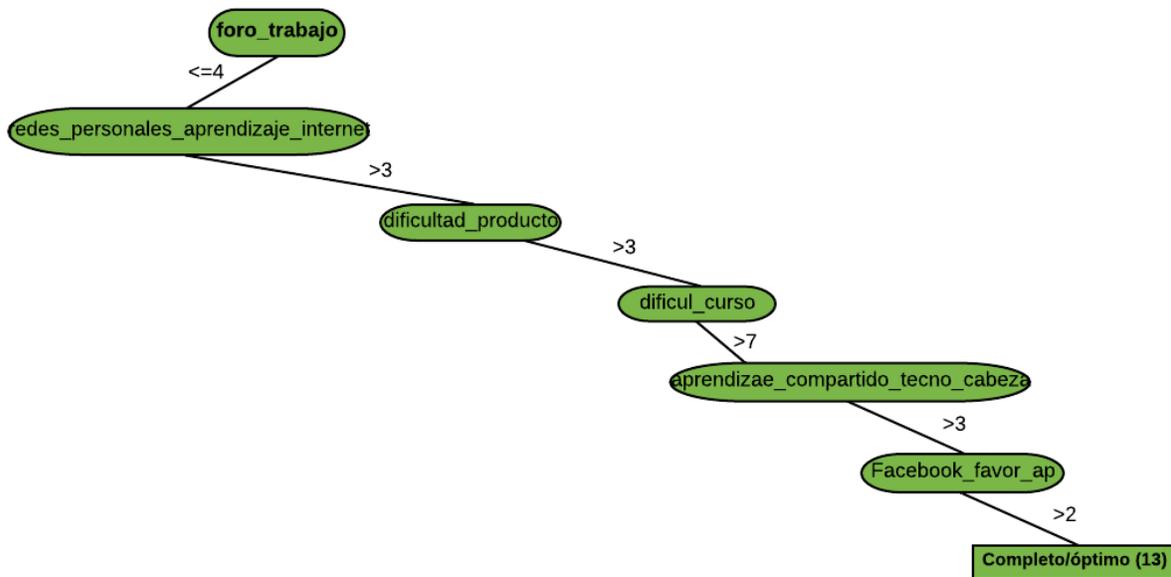


Figura 5. Patrón de uso óptimo.

Patrón n°. 1. En este diagrama podemos observar que la mayoría de las personas que utilizaron el entorno conectivista de manera óptima o más completa, fueron aquellos que utilizaron el foro de trabajo de su tema (consultarlos o postear en ellos) al menos alguna vez dentro del sistema; de igual modo, son personas que están totalmente de acuerdo con que la generación de redes personales de aprendizaje es esencial para realizar tareas de aprendizaje en internet. Estos mismos sujetos consideraron de medio a elevado el nivel de dificultad que implicó realizar su producto final dentro de la práctica. Además, no están ni de acuerdo ni en desacuerdo con el hecho de que Facebook (muro social dentro del curso) favorezca el aprendizaje en línea.

2. Uso Bueno/Parcial del entorno conectivista

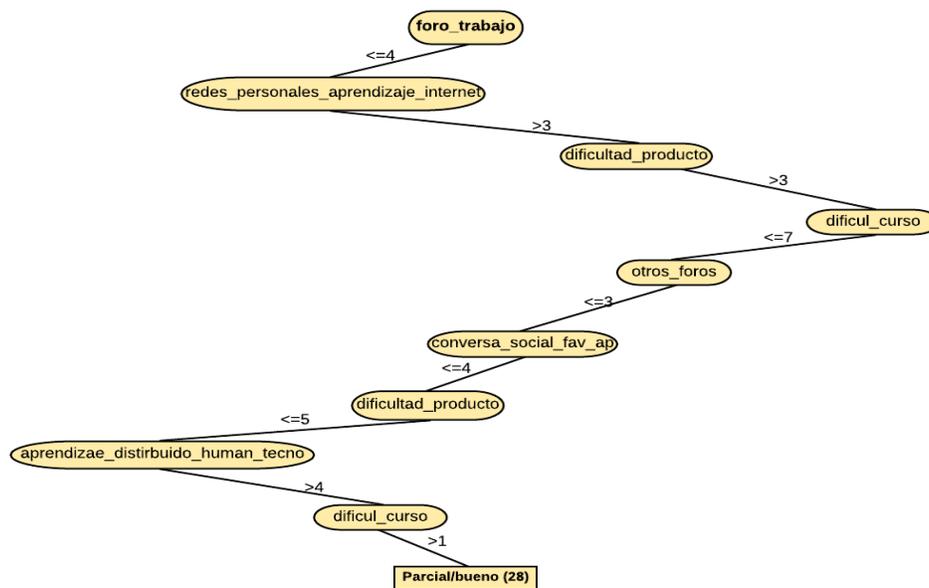


Figura 6. Patrón de uso parcial.

Patrón n°. 2. Podemos observar que la mayoría de las personas que utilizaron el entorno conectivista de manera buena o parcial, son aquellas que revisaron el foro de trabajo de su tema por lo menos alguna vez dentro del curso. De la misma forma, están totalmente de acuerdo con que la generación de redes personales de aprendizaje en internet es algo sustancial para que el aprendizaje ocurra. Consideran que la dificultad para la realización de su proyecto iba de 4 a 5 (10 máxima dificultad) y la dificultad del curso en general iba de 1 a 7. Estas personas casi nunca revisaron otros foros dentro del curso y no tienen una opinión definida en cuanto a si las conversaciones de tipo social favorecen o no el aprendizaje. Además, estas personas siempre consideran que el aprendizaje en línea es un proceso distribuido entre los procesos psicológicos “internos” y la tecnología.

3. Uso limitado/regular del entorno conectivista

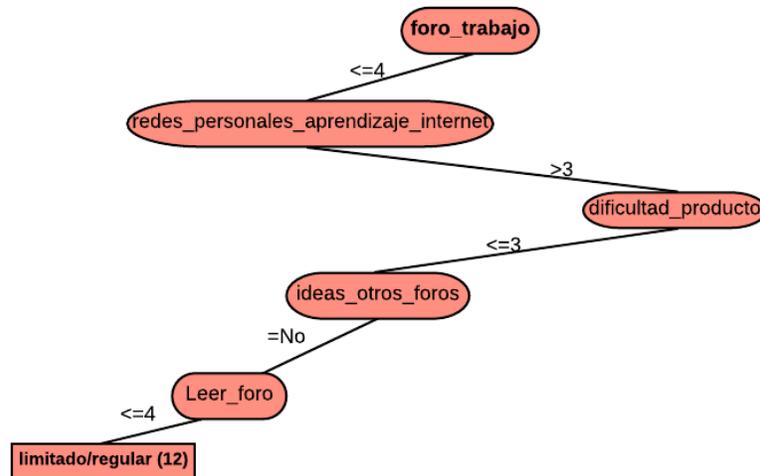


Figura 7. Patrón de uso limitado.

Patrón no. 3. La mayoría de las personas que utilizaron el entorno conectivista de manera limitada fueron aquellas que utilizaban el foro de trabajo de su tema con frecuencia de casi siempre a nunca, es decir que el uso de foros (consultarlos o postear en ellos) al menos alguna vez dentro del sistema es relevante, de igual modo son personas que están totalmente de acuerdo de que la generación de redes personales de aprendizaje (Downes, 2011) es esencial para realizar tareas de aprendizaje en internet. Estos mismos sujetos consideraron bajo (1-3) el nivel de dificultad que implicó realizar su producto final dentro de la práctica y no tomaron en cuenta ideas de otros foros ni tampoco revisaban otros foros de diferentes temas al suyo.

Aspectos relevantes:

Enseguida se enlistan los aspectos más relevantes obtenidos por el algoritmo en cuanto al uso del entorno se refiere, estos incluyen reglas que permiten hacer predicciones sobre el uso que hará una persona de un entorno como el desarrollado para esta investigación. Si bien son reglas simples, esclarecen sobre aspectos que permiten conocer cómo las personas utilizan un entorno digital de aprendizaje y al mismo tiempo obtener elementos para desarrollar metodologías educativas acordes al modelo conectivista:

- ✓ A mayor uso de foros mayor uso del entorno.
- ✓ Las redes personales de aprendizaje son necesarias para aprender en línea.
- ✓ A mayor *expertiz* de uso de internet, menor es el uso de las plataformas educativas.
- ✓ Facebook no es una herramienta relevante para el aprendizaje en línea.
- ✓ Mientras más basada en lo individual sea la metodología o diseño instruccional de un curso, entonces menor será el uso de los entornos/plataformas.
- ✓ Si se considera al aprendizaje en línea como proceso distribuido, entonces menos se utilizará el entorno.

Estadísticos descriptivos:

En este apartado se muestran algunos datos descriptivos recogidos del curso, los cuales fueron obtenidos por medio del cuestionario "Uso del Entorno Conectivista" sobre cuestiones relacionadas con actividades realizadas por los 117 participantes para realizar su producto final y nociones referentes a su aprendizaje en línea.

Uno de los aspectos evaluados fue el número de recursos revisados en internet durante la búsqueda de información para la realización del producto final como se muestra a continuación:

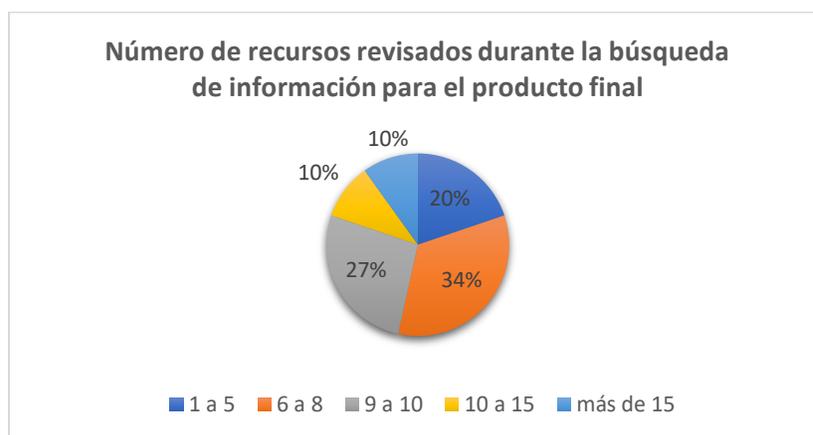


Figura 8. Promedio de recursos revisados.

Como puede observarse en la figura 8, la mayoría de los participantes revisó de seis a ocho recursos en la web para realizar su producto final en el curso.

De estos recursos revisados, la mayoría de participantes seleccionaron para realizar su producto de uno a cinco archivos o páginas.

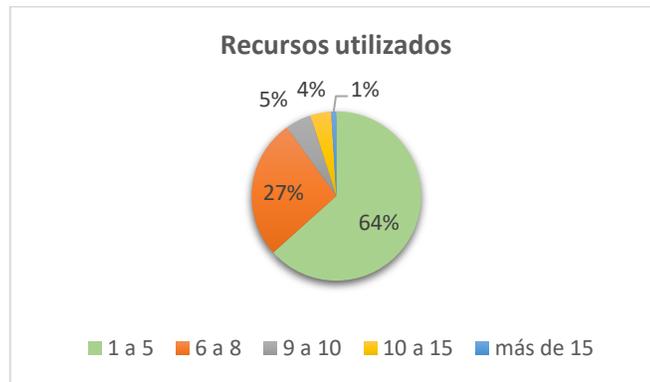


Figura 9. Número de recursos utilizados.

En este sentido, como puede observarse en la gráfica 10, el tipo de formato de recursos que seleccionaron el 67% de participantes para incluir en su producto final fueron archivos en PDF.

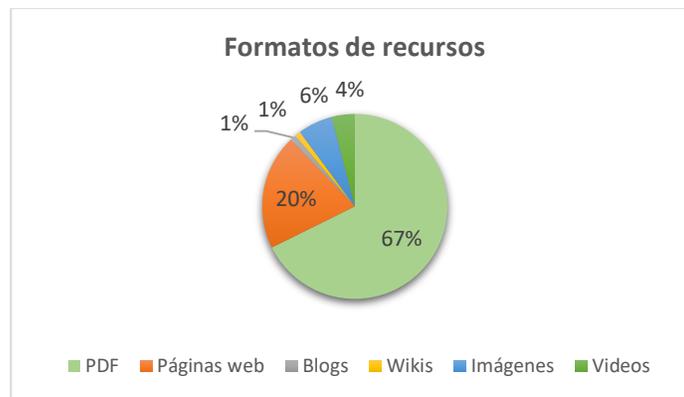


Figura 10. Formato de recursos utilizados.

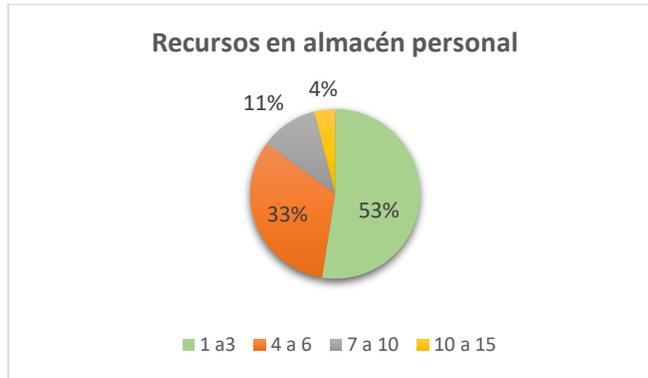


Figura 11. Recursos guardados.

En cuanto al uso de la sección del entorno denominada “Almacén de recursos”, el 53% de participantes guardó dentro de su almacén personal de uno a tres recursos (figura 11).



Figura 12. Utilizar recursos de otras personas.

Referente al uso de recursos compartidos por otros usuarios, el 86% reportó no haber utilizado recursos de otros, lo cual supone que las personas recurren solo a información que ellos recolectan en la web para hacer sus tareas académicas (figura 12).

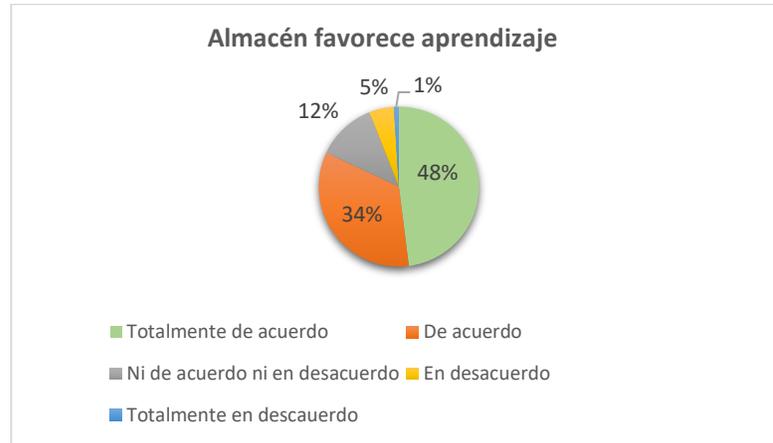


Figura 13. Recursos guardados.

Con relación a la importancia de tener un espacio en el cual almacenar recursos de información dentro de los entornos de aprendizaje, la mayoría de los participantes reporta estar totalmente de acuerdo con que la sección de almacén personal (figura. 13) favoreció el aprendizaje en línea. Infiriendo que tener un espacio así en los sistemas de *e-learning* favorece el aprendizaje.

Finalmente, en las siguientes dos gráficas se aborda la relevancia de la generación de redes personales (Downes, 2011) dentro de internet para el aprendizaje en línea:

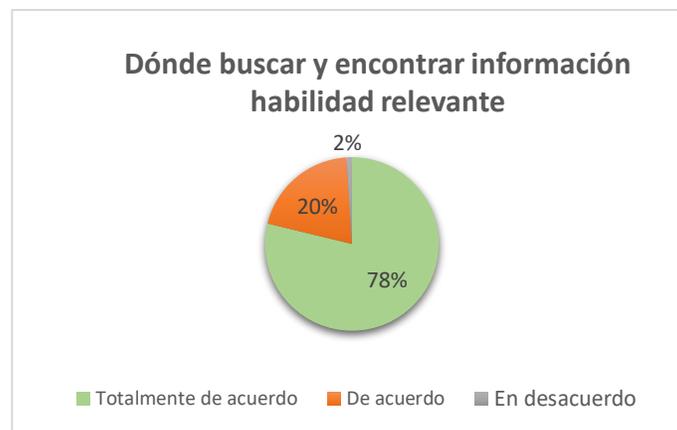


Figura 14. Saber dónde buscar y encontrar información.

En cuanto a la premisa del Conectivismo sobre la importancia de saber dónde encontrar información de confianza para resolver tareas de aprendizaje, el 98% de participantes reportó estar totalmente de acuerdo o de acuerdo con tal planteamiento.

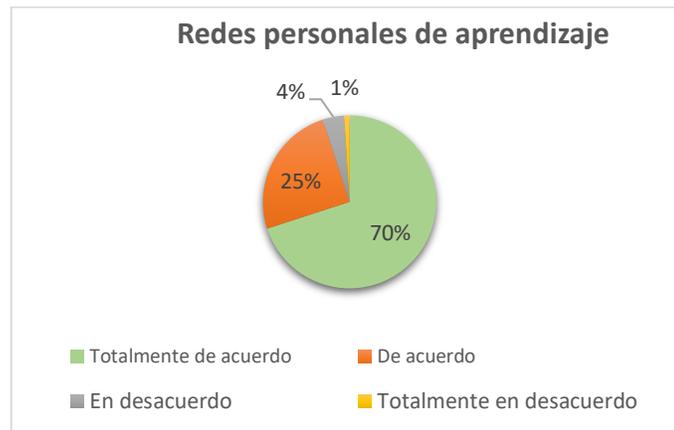


Figura 15. Nivel de acuerdo con la noción de las redes personales de aprendizaje.

Finalmente, la mayoría de los participantes (figura 15) reportó estar de acuerdo con que el aprendizaje en línea depende de la realización de redes personales de aprendizaje y la posterior navegación de éstas (Downes, 2011).

CONCLUSIONES:

Dentro de la educación formal y no formal, las tecnologías de la información contribuirán a transformar las estrategias pedagógicas (Conrads y Redecker, 2017) por lo cual, estudios como el expuesto se tornan relevantes pues acercan a nuevas maneras de entender el aprendizaje y conocimiento generado en entornos digitales. Como se revisó, el Conectivismo (Siemens, 2006 y Downes, 2011) es una teoría del aprendizaje cuyo eje central de estudio es el individuo que genera redes personales de aprendizaje utilizando tecnologías digitales en la mayoría de los casos. Por lo cual es menester de los implicados en el quehacer educativo investigar cómo las personas generamos este aprendizaje y conocimiento, para así desarrollar metodologías educativas apegadas a lo que la gente hace en internet para aprender.

En este sentido, de las clasificaciones obtenidas por el algoritmo del uso que los participantes hicieron del entorno conectivista, obtuvimos que la mayoría hizo un uso bueno o parcial del sistema. Siendo algunos atributos que el algoritmo seleccionó para lograr las clasificaciones: “el uso de foros”, “la importancia de generación de redes personales de aprendizaje” y “las actitudes de los participantes con relación a la distribución del aprendizaje humano con la tecnología”. En esta línea, cabe mencionar que, con base en los hallazgos de esta investigación, se muestra relevante que, bajo la visión de teorías como el Conectivismo, cada vez el uso que tiende a hacerse de las plataformas es menor, pues según datos arrojados por el algoritmo (“dificultad_producto <=3”); a mayor *expertiz* o mejor uso de internet, menor actividad al interior de los entornos educativos habrá. Lo cual sugiere que debemos enfocarnos ya no en la generación de plataformas cerradas para el aprendizaje, sino en la generación y enseñanza de metodologías abiertas que permitan a los individuos generar conexiones libres en la red, pues la tecnología lejos de ser solo una cosa que utilizamos para realizar tareas, es en esencia parte de nosotros mismos (Clark, 2011), por lo cual el cerrarla o limitarla sería limitar nuestro propio aprendizaje.

Finalmente, cabe destacar que el estudio del aprendizaje en entornos digitales puede ser abordado desde metodologías como la aquí expuesta, que conjuga internet, teorías del aprendizaje y aplicación de inteligencia artificial para análisis de datos. Mas podría mencionarse como una limitante el hecho de que parte de los datos analizados fueron recabados por medio de informes que los participantes hicieron de su conducta, lo cual si bien arrojó resultados interesantes pueden calificarse un tanto subjetivos, mas no por ello poco concluyentes. Por último, podemos decir que si bien el estudio da cuenta de cómo ocurre el aprendizaje entendido como generación de redes desde un entorno/plataforma conectivista, será interesante para futuras investigaciones abordar el aprendizaje que ocurre de manera totalmente *libre* por la red y realizar un seguimiento directo de los participantes al generar su propio aprendizaje en internet.

REFERENCIAS:

- Bartra, R. (2007). *Antropología del cerebro, La conciencia y sistemas simbólicos*. México, Ed. Fondo de Cultura Económica.
- Castañeda, L., & Adell, J. (2013). *Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red*. Alcoy: Marfil.
- Conrads J., Redecker C., (2017). *Digital Education Policies in Europe and Beyond. Design Principles for Effective Policies*, Joint Research Centre (European Commission).
- Clark, A., (2011). *La mente extendida*. Oviedo: KRK Ediciones
- Downes, S. (2009). *The Nature of Knowledge*. En línea: <https://www.downes.ca/cgi-bin/page.cgi?post=53404>



- Downes, S. (2011). *Connectivism' and Connective Knowledge*. En línea: https://www.huffingtonpost.com/stephen-downes/connectivism-and-connecti_b_804653.html
- Downes S., (2012), *Connectivism and Connective Knowledge*, UPAEP
- Downes S., (2006) *Learning Networks and Connective Knowledge*, En línea: <https://www.downes.ca/cgi-bin/page.cgi?post=36031>
- Fayyad, U. (1997). Data Mining and Knowledge Discovery in Databases: Implications for Scientific Databases. *SSDBM '97 Proceedings of the Ninth International Conference on Scientific and Statistical Database Management*, 2-11.
- Garay, U., Lujan, C., & Etxebarria, A. (2013). El empleo de herramientas de la Web 2.0 para desarrollo de estrategias cognitivas: un estudio comparativo. *Porta Linguarum*. 20, 169-186.
- Kriukov V., (2017), Digital technologies as education innovation at universities, *Australian Educational Computing*, 2017, 32(1).
- Levy, P. (2004). *Inteligencia Colectiva: Hacia una antropología del Ciberespacio*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Minsky, M. (1986). *La sociedad de la mente*, Argentina, Ed. Galápagos.
- Pons, A., (2013). *El desorden digital*, México, Ed. Siglo-XXI.
- Redecker, C. (2009). *Review of Learning 2.0 Practices: Study on the Impact of Web 2.0 Innovations on Education and Training in Europe*. Bruselas: Joint Research Centre.
- Sánchez-Sordo, J. (2014). Conectivismo y ecologías para educación a distancia en la web 2.0. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 6(12), 11.
- Sánchez-Sordo, J. (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.
- Sancho, F. (2018). *Aprendizaje Inductivo: Árboles de Decisión*. Universidad de Sevilla, en línea: <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=104>
- Siemens, G. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*. Madrid: Ediciones Nodos Ele.
- Siemens, G. (2006a). *Conociendo el conocimiento*. Madrid: Ediciones Nodos Ele.



- Siemens, G. (2006b). *Connectivism: Learning Theory or Past Time of the Self-Amused?* Obtenido de E-learnspace: http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism_self-amused.htm
- Silvera, C., (2005). La alfabetización digital: una herramienta para alcanzar el desarrollo y equidad en países de América latina y el Caribe. *ACIMED*, 13(1), 1.
- Zapata-Ros, M. (2015). Teorías y modelos sobre 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.

Para citar este artículo:

Sánchez Sordo, J. M. (2019). Desarrollo de un entorno digital de aprendizaje desde el Conectivismo y su posterior análisis utilizando algoritmos de machine learning. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (69), 1-22. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.69.1355>

