

El Ambiente Virtual de Aprendizaje como Sistema Complejo Adaptativo (SCA)



Miguel Ángel Hernández Briseño

Profesor de Asignatura Virtual de la División de Investigación y Posgrado
Universidad Virtual del Estado de Guanajuato

Resumen

En este artículo se intenta ofrecer una contribución en torno a la posibilidad de que la investigación educativa en el marco de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje pueda nutrirse de la teoría y análisis de sistemas complejos. De manera específica lo que se planteará será lo siguiente: en primer lugar, qué es un AVA (I), seguido de la hipótesis en torno a la comparación entre un AVA y un sistema complejo (II), finalmente se consideran las implicaciones de tal comparación concluyendo con la pregunta ¿cómo podemos actuar en consecuencia desde el ámbito de la investigación educativa? (III).

Abstract

In this article we try to offer a contribution about the possibility that educational research within the framework of virtual learning environments (AVA) can be nourished by the theory and analysis of complex systems. Specifically, what will be posed will be the following: first, what is a AVA (I), followed by the hypothesis around the comparison between a AVA and a complex system (II), finally the implications of such comparison are considered; the last part try to conclude with the question, how can we act accordingly from the field of educational research? (IV).

Introducción

¿Es posible nutrir los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) con las teorías y los análisis de los sistemas complejos? ¿Cómo repercutiría esta visión a la labor educativa? El presente documento busca ofrecer una perspectiva al respecto a través de distintos momentos, mismos que se abordarán a continuación.

Sistemas complejos en investigación educativa

La educación es un ámbito de la actividad humana de la máxima relevancia sin duda; su importancia radica en que afecta directa o indirectamente todos los otros ámbitos de la actividad humana. La educación puede ser vista como una herramienta para la elasticidad social o como palanca para el desarrollo humano; o bien como una actividad que genera la solución para las necesidades de la vida cotidiana o incluso como la base de la cultura misma. Desde el punto de vista filosófico, podría decirse que la educación es parte de la esencia del hombre.

La investigación educativa, como reflexión científica de la educación, ha logrado considerables progresos epistemológicos, metodológicos y disciplinares durante el siglo XX. En el terreno epistemológico la investigación educativa ha progresado al ser un discurso que puede ser considerado científico en virtud de su adhesión al método científico que comparten con otras disciplinas con carácter riguroso como las ciencias naturales. En el ámbito metodológico la aparición de métodos de investigación educativa como la etnografía, la sociolingüística o la hermenéutica filosófica han dado cabida a una abundante literatura teórica y metodológica de consulta. Finalmente, en el ámbito disciplinar la investigación educativa ha consolidado sus puntos de vista ya que al hacerlos públicos se convierten en parte del acervo disciplinario fundamental del quehacer humano lo que se manifiesta en los planes de estudio que se aplican en diversas partes del mundo y que se nutren de la investigación educativa o son influidos por ésta de algún modo.

Algunas de las iniciativas de investigación educativa más estimulantes de los últimos años son por una parte aquellas orientadas a los procesos de aprendizaje (aprendizaje natural, aprendizaje significativo); por otra parte se encuentran iniciativas de investigación que muestran un interés creciente en los últimos años (2000-2018) hacia el fenómeno de la irrupción de las tecnologías de la comunicación y la información (TIC) en los ambientes educativos y de aprendizaje. Proliferan en la actualidad estudios en torno a la irrupción de las TIC en educación y algunos de ellos se concentran específicamente en los cursos on-line masivos abiertos (COMA), también conocidos por su nombre en inglés: *Massive Open Online Courses* (MOOC).

En el contexto de instituciones como el de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato (UVEG) a los cursos masivos en línea se les da un tratamiento en el que se conjuga la teoría del “aprendizaje significativo” (Ausubel, 1976) con el uso de los cursos masivos y de esta manera se les concibe como Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA). Algunas ventajas de pensar un curso virtual como un ambiente virtual de aprendizaje son su flexibilidad, su modelo centrado en el estudiante, su carácter de asincronicidad, el fomento del autodidactismo y otras más que no es posible enumerar aquí por dada la extensión que ello tomaría.

Un área de oportunidad que este artículo identifica consiste en señalar que en el marco de la investigación educativa relacionada con los AVA existe un acercamiento moderado a la teoría de los sistemas complejos (Weaver, 1948; Lewin, 1995; Gell-Mann, 2002 y Kauffman, 2003). Es preciso matizar y precisar que en el ámbito de la investigación educativa es bien conocida la obra del filósofo francés Edgar Morin, en torno al pensamiento complejo como una opción a la necesidad de una nueva educación en un entorno complejo;

pero la perspectiva que se propone aquí proviene de la tradición analítica (es decir desde el pensamiento filosófico y científico anglosajón) y por lo tanto se trata de un encuadre distinto.

I. ¿Qué es un Ambiente Virtual de Aprendizaje?

El siguiente paso en el argumento de este artículo es proceder a ofrecer una definición de Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA). En el curso de *Páginas Web Educativas* de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) se define AVA del siguiente modo:

Un Ambiente Virtual de Aprendizaje es el conjunto de entornos de interacción, sincrónica y asincrónica, en donde, con base en un programa curricular, se lleva a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje, a través de un sistema de administración de aprendizaje (UAM, 2018).

Es necesario analizar esta definición de AVA debido a que su constitución y dinámica coincide con elementos de la teoría de sistemas complejos adaptativos de Murray Gell-Mann (2002) como se verá en el apartado siguiente (II). Para realizar tal análisis se infieren tres características que deben ser tomadas en cuenta:

- a. El ámbito de emergencia en el que surgen los AVA,
- b. El tipo de estructura que puede ser un auxiliar en la comprensión de qué es un AVA, es decir, los llamados COMA,
- c. Y por último se encuentran las implicaciones de la comparación entre la estructura de un ambiente virtual de aprendizaje y un sistema complejo adaptativo

En **primer lugar**, el ámbito de emergencia de los AVA es un tema de relevancia porque marca la frontera entre otros tipos de educación a distancia como la educación por correo por ejemplo, o de sistemas educativos que se apoyan en tecnologías de la comunicación para su objetivo como es el caso del uso de televisores en telesecundarias. El ámbito en el que emergen los AVA implica el desarrollo de sistemas educativos apoyados en tecnologías de la información que son propiamente las que utilizan ambientes virtuales como herramienta educativa. La diferencia consiste en que los medios tradicionales impelen al usuario a un rol de pasividad mientras que en los medios digitales el usuario tiene un rol interactivo. Una vez esbozada la importancia y peculiaridad del ámbito de emergencia de los AVA es preciso caracterizar ese contexto. Hay que recordar que el AVA se da en una sociedad caracterizada por la emergencia de una nueva clase de insumo y tecnología, en este sentido Manuel Castells ha señalado que la civilización actual se encuentra en un momento de la historia en la que se presenta una revolución:

Un nuevo paradigma tecnológico organizado en torno a las tecnologías de la información [...] a diferencia de cualquier otra revolución, el núcleo de la transformación que estamos experimentando en la revolución en curso remite a las tecnologías del procesamiento de la información y la comunicación. (2000: P. 56-57)

Es preciso entender que este entorno emergente que implica la sociedad y economía de la información supone la generación de nuevos modelos y estructuras educativas que tengan la capacidad de tener un impacto real en este nuevo estado de cosas fundamentado en la producción, intercambio y consumo de

información. Pero dicha transformación de la educación debe verse apoyada por una adecuada investigación educativa.

En segundo lugar, tenemos la definición y estructura del curso on-line masivo abierto (COMA) que puede ser utilizado como un ejemplo de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA). Es preciso indicar que aunque en este artículo se usa la noción de COMA para tratar de ejemplificar un AVA no se afirma que COMA sea un sinónimo de un AVA, más bien se trataría de un símil: algo que se parece pero no es exactamente igual. De antemano se advierte el hecho de que existen rasgos de este tipo de dispositivos tecnológicos que podrían resultar limitados para definir la constelación de situaciones que están implicadas en el desarrollo de dichos ambientes de aprendizaje. Por la razón aludida se ratifica que un AVA no es un COMA exactamente.

Ahora viene la cuestión de definir qué es un COMA, por los materiales recopilados para este trabajo es posible sintetizar que éstos representan un conjunto de medios que tienen como fin el proceso de enseñanza aprendizaje. En este sentido la investigadora queretana Alma Ortiz precisa que un COMA es: “una nueva modalidad de formación con propuestas orientadas a la difusión web de contenidos y un plan de actividades de aprendizaje abierto a la colaboración y la participación masiva”, a lo que la investigadora añade que los COMA son “...cursos con soporte web escalable e inscripción libre...” (Ortiz, s.f.).

De lo anteriormente expuesto se debe admitir que las definiciones de AVA y COMA confluyen en el propósito central de promover la educación virtual ya que ésta representa un tipo de educación que ha centrado su atención en *telematizar* el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el alcance que promete el Internet para propagar los contenidos que se desean promover gracias al costo más accesible de esta clase de tecnologías y potencialmente amplia cobertura.

Otro aspecto que comparten los conceptos de COMA y AVA radica en la idea fundamental de lograr sincronizar mediante el uso de una plataforma electrónica el consumo de información de una gran cantidad de individuos y gestionar de manera eficaz la interacción asincrónica entre esos participantes con expertos de diversas áreas en un proceso de enseñanza-aprendizaje que resulte ser efectivo. Ejemplos reconocidos de este tipo de iniciativas lo constituyen proyectos comerciales y no-comerciales; entre las primeras encontramos plataformas como Coursera (un servicio global de educación abierta on-line) mientras que entre las segundas están algunas plataformas abiertas como los cursos masivos del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT por sus siglas en inglés) o la propia Universidad Virtual del Estado de Guanajuato (UVEG).

Finalmente, es preciso señalar la influencia que ejerce el COMA en la definición de AVA que se trata de consignar en este artículo. Para ello consideremos el siguiente aserto que tiene interesantes elementos a considerar en el contexto del problema que aquí se ha fijado:

La gran fuerza de los COMA reside en su capacidad de unir nodos de conocimiento. Desde una concepción conectivista, donde la creación del conocimiento se basa en el establecimiento de conexiones, está claro que cuanto mayor sea el número de nodos, más posibilidades de aprendizaje hay en un curso determinado. Por lo tanto, el cambio desde las plataformas educativas cerradas a entornos de aprendizaje abiertos ha

supuesto la posibilidad de que miles de personas de todo el mundo sigan diferentes iniciativas educativas. (COMA.es, 2018).

El lector puede advertir diferentes elementos de interés en la definición expuesta que se compaginan entre sí. En primer lugar se encuentra el hecho de que la estructura del COMA y la estructura de un AVA se presentan como sistemas de varios elementos que presentan comportamientos emergentes características comunes que comparten con los sistemas complejos. En segundo lugar ese comportamiento emergente que surge de la interacción entre sus partes constituyentes presenta una dinámica bien definida en el que aparece un intercambio de información constante con el ambiente en el que se desarrollan lo que les impulsa a generar un esquema adaptativo.

En este sentido es posible señalar que el AVA está constituido mediante una plataforma tecnológica como el COMA pero integra sistemas de comunicación asincrónicos como el correo electrónico (esa es una razón por la que un AVA es algo más que un COMA), así como otro tipo de herramientas que en conjunto con los diversos agentes del proceso educativo (estudiantes, asesores, tutores, programadores) generan una comunidad de aprendizaje, es decir, una especie de ecosistema. El sistema en cuestión es complejo no sólo por la diversidad de elementos envueltos en su desarrollo sino que presenta una trayectoria evolutiva hacia la complejidad creciente ya que muchos de los contenidos de un AVA están en constante revisión de inventarios y repositorios en línea, de los links hacia videos o materiales de consulta así como de actualizaciones periódicas por parte de sus diseñadores y expertos.

Dicho sea de paso es preciso mencionar que un AVA tal y como es concebido en la UVEG representa un aspecto más en la trayectoria evolutiva de esta tecnología educativa; el aporte de este enfoque consiste en recuperar la idea de aprendizaje significativo ya que para lograr este tipo de aprendizaje en un AVA es preciso el trabajo de asesoría y seguimiento permanente mismo que transforma paulatinamente el mero dispositivo tecnológico en una comunidad de aprendizaje que a su vez es en sí misma un sistema complejo adaptativo.

En conclusión, un AVA es un sistema que nos ayuda a gestionar el aprendizaje mediante tecnologías de la comunicación y la información pero que también se apoya en gran medida en las ligas que pueden establecerse entre los múltiples agentes que participan en el sistema, lo que da como resultado la emergencia una comunidad de aprendizaje, dicha comunidad evoluciona en el tiempo y genera a su vez estrategias para comprender su medio y subsistir en éste. A continuación será necesario confrontar esta concepción con la de un sistema complejo adaptativo.

II. ¿Qué es un Sistema Complejo Adaptativo (SCA)?

Toca el turno de definir qué es un sistema complejo adaptativo. Lo primero que debe plantearse a continuación es ¿qué es lo complejo? Esa pregunta quizá sea la más frecuente cuando el lector intenta acercarse a esa constelación de comportamientos, discursos, conceptos y métodos a los que de hecho se denomina "complejidad" o "teoría de la complejidad".

Para intentar definir qué es lo complejo debe comprenderse que el concepto en cuestión es polisémico y por lo tanto existen múltiples definiciones de este como la ha señalado el filósofo norteamericano Nicholas Rescher (1998). Según él las vías para la comprensión de lo complejo pueden ser ontológicas (tipos de complejidad inherente a los procesos de la naturaleza) y epistemológicas (tipos de teorías naturalistas, economicistas, educativas, filosóficas sobre el tema).

En el orden del lenguaje lo complejo se puede presentar como sustantivo (como una cosa o sujeto) o como verbos y adjetivos (es decir como diversos tipos de predicados); por la razón anterior algunos prefieren hablar de “sistemas complejos” o “comportamientos complejos” (Gell-Mann, Kauffman, Mitchell) mientras que otros prefieren referirse al “pensamiento complejo” (Morin).

La complejidad como sustantivo y lo complejo como comportamiento son difíciles de definir sin incurrir en una simplificación. La simplificación consiste en que no es fácil ofrecer un ejemplo de complejidad sin caer uno mismo en un reduccionismo, en una simplificación. Ofrecer una definición de lo complejo implica dejar fuera diversos significados que podrían cancelar regiones de significado no exploradas aún. Es por ello que lo complejo se debe abordar desde una perspectiva transdisciplinaria, generativa y pluralista, es decir, una propuesta desde diferentes perspectivas, que coloque el énfasis en la generación de los procesos de conocimiento y no sólo en la generación de conocimiento y tome en cuenta diversos enfoques de investigación en la manera en que se desarrollan estos procesos (Jörg, 2011).

Aquí entran en juego las ciencias de la complejidad para definir el concepto de sistema complejo adaptativo. Entran en juego dado que cumplen las exigencias planteadas por Jörg al final del párrafo anterior. Las ciencias de la complejidad, dicho de manera sucinta, son un grupo de disciplinas científicas ortodoxas o heterodoxas (desde la física o la biología pasando por la economía hasta la sociología y la pedagogía) con diferentes temas en común como orden, desorden, caos, auto-organización, emergencia, aprendizaje, etc., que son estudiados desde perspectivas muy variadas y que aparecen en varios tipos de fenómenos naturales. En este tipo de aproximación filosófica y científica se investigan comportamientos a los que se les atribuye un carácter sistémico y emergentista mismo que no puede ser tratado únicamente con herramientas de la ciencia tradicional (como ecuaciones lineales o enfoques estadísticos ya que los fenómenos complejos tienden a ser no-lineales y presentar patrones de comportamiento que exceden las representaciones estadísticas) como lo ha manifestado Brian Castellani (2014).

La noción de sistema complejo adaptativo se le atribuye a John Holland miembro del Instituto Santa Fe en Nuevo México, USA (ISF por sus siglas en inglés). Pero fue otro de los científicos del ISF, el físico norteamericano Murray Gell-Mann, el que popularizó el término *sistema complejo adaptativo* (SCA) en un texto llamado *El Quark y el jaguar* (2002). ¿Pero qué es lo que resulta tan llamativo del planteamiento de este concepto?

En primer lugar precisamente que se piensa el concepto de sistema complejo como algo cotidiano y por lo tanto parte de la experiencia del investigador educativo lo que es evidente en el hecho de que frecuentemente, tanto en la investigación como en la naturaleza o en la vida cotidiana se encuentran diversos sistemas complejos adaptativos ¿qué es lo que conecta a todos esos sistemas? El siguiente pasaje ilustra la pregunta anterior:

La investigación en las ciencias de la complejidad, tal como se desarrolla en el Instituto Santa Fe y en cualquier parte del mundo, no sólo intenta desentrañar el significado de lo simple y lo complejo, sino también las semejanzas y diferencias entre los sistemas complejos adaptativos implicados en procesos tan diversos como el origen de la vida, la evolución biológica, la dinámica de los ecosistemas, el sistema inmunitario de los mamíferos, el aprendizaje y los procesos mentales de los animales (incluido el hombre), la evolución de las sociedades humanas, el comportamiento de los inversores en los mercados financieros y el empleo de programas y/o equipos informáticos diseñados para desarrollar estrategias o hacer predicciones basadas en observaciones previas.

Lo que tienen en común todos estos procesos es la existencia de un sistema complejo adaptativo que adquiere información acerca tanto de su entorno como de la interacción entre el propio sistema y dicho entorno, identificando regularidades, condensándolas en una especie de «esquema» o modelo y actuando en el mundo real sobre la base de dicho esquema. En cada caso hay diversos esquemas en competencia, y los resultados de la acción en el mundo real influyen de modo retroactivo en dicha competencia.

En muchos aspectos cada uno de nosotros funciona como un sistema complejo adaptativo (de hecho, el término «esquema» se emplea desde hace tiempo en psicología para referirse a una estructura conceptual de la que el ser humano hace uso para comprender un conjunto de datos, para darle sentido (Gell-Mann, 2002, pp. 34-35). Nota: el subrayado es texto del autor).

Expuesto el primer punto aparece la segunda característica del planteamiento de Gell-Mann: el esquema de un sistema complejo es adaptativo: en todo momento existe un intercambio de materia e información entre el entorno y el sistema. Es una valiosa manera de esquematizar la experiencia natural debido a que la definición de complejidad tiene sentido desde un punto de vista computacional o informacional. Gell-Mann piensa por ejemplo que la complejidad informacional (o algorítmica) consiste en el tiempo que le lleva a una computadora ejecutar una instrucción o secuencia de pasos (algoritmo). Si se piensa con detenimiento es posible intuir el trabajo de un sistema complejo adaptativo en una multitud de eventos de la vida cotidiana. Lo sorprendente del caso es que no sólo se trata de intercambiar información con el entorno sino de aprender y generar estrategias para la sobrevivencia.

Hofstadter (s.f., citado por Taylor, 2001) describe la vida de una colonia de hormigas como el ejemplo paradigmático de un sistema complejo adaptativo. Para sobrevivir en el tiempo y el espacio una colonia debe adaptarse a determinadas circunstancias y por lo tanto se ve impelida a desarrollar aprendizajes. Inundaciones, incendios e incluso un oso hormiguero conforman el listado de actores involucrados en la descripción elementos contra la colonia que explica Hofstadter. En dicha narración el oso hormiguero – señalado como una de las alteraciones con las cuales debe lidiar la colonia- toma la voz en su propia defensa y señala que él actúa siempre en favor de la quisquillosa colonia:

Lejos de ser un mero agregado de individuos, argumenta [el oso hormiguero], las colonias de hormigas, como los enjambres de abejas y las colmenas, son organismos inteligentes

*“con sus propias cualidades, que al mismo tiempo incluyen la maestría del lenguaje”
(pp. 162-163 [Nota: la transcripción es del autor]).*

El concepto de sistema complejo adaptativo de Gell-Mann implica entonces un sistema de varios elementos o variables que interactúa con el ambiente, que puede ser esquematizada con alguna clase de algoritmo, es decir, puede ser expresado cuantitativamente; y dicho sistema se adapta a partir del procesamiento de información constante que se tiene con el ambiente circundante.

Otras características que pueden aportarse al momento de presentar una definición básica de las características de un sistema complejo los ofrece Melanie Mitchell (2017) de la Universidad de Portland quien señala que un sistema complejo puede ser conocido primordialmente por sus propiedades. Desde su punto de vista algunas propiedades de los sistemas complejos son las siguientes:

- Tienen componentes simples o agentes;
- No hay un control o inteligencia central;
- Existen interacciones no-locales caóticas entre los agentes;
- Se presentan comportamientos emergentes (organización jerárquica, procesamiento de información, dinámicas en el tiempo, evolución y aprendizaje).

Adicionalmente, Peter Érdi (1998) incluye también como parte del repertorio de características de un sistema complejo la causalidad circular (la retroalimentación), la emergencia de comportamientos impredecibles y el paso del orden al caos debido a pequeñas variaciones en un sistema (*tipping points*); un buen ejemplo de sistemas complejos es el clima: es fluctuante, tiene muchas variables, es impredecible y pequeños cambios pueden desestabilizar el sistema en conjunto como la cruel realidad del cambio climático lo está demostrando.

En conclusión, un sistema complejo adaptativo (SCA) puede ser utilizado como un modelo para representar lo que hace un ambiente virtual de aprendizaje (AVA). Las implicaciones de tal representación serán planteadas en la siguiente sección.

III. Implicaciones de estudiar un AVA como un SCA

Edgar Morin (2000, 2001) nos invita a pensar en lo complicado de la situación social y económica global, nacional o regional; en consecuencia, las estrategias de acción, ya sean de política educativa o de investigación educativa, tienden a presentar por necesidad requerimientos especiales. Una respuesta interesante a los retos de globalidad, flexibilidad y movilidad para la educación en la era planetaria es la educación virtual y más precisamente los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA).

Si tomamos un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) y lo intentamos representar mediante cualquier tipo de metodología que aborde un sistema complejo adaptativo (SCA) tenemos implicaciones interesantes que deben ser consideradas. Las implicaciones de abrir el tema del estudio de los AVA mediante análisis de sistemas complejos abarcan consideraciones desde el ámbito epistemológico y metodológico hasta otros aspectos como la generación de comunidades de aprendizaje virtual.

Al adoptar el análisis de sistemas complejos como base para una investigación educativa sobre Ambientes Virtuales de Aprendizaje se presentan las siguientes ventajas:

- a) Ofrece un marco de investigación transdisciplinar cuantitativo o cualitativo para la investigación educativa reconociéndole como un sistema de sistemas;
- b) Puede ser representado como una red o un modelo (con *Netlogo*) de alguna clase.
- c) Nos ayuda a analizar ese sistema de muchas variables;
- d) Se pueden hacer grandes bancos de datos (la minería de datos es un área de oportunidad;
- e) Existen modelos de comportamiento que nos ayudan a entender los mecanismos del aprendizaje;
- f) Se puede monitorear y orientar la producción de un modelo para alcanzar más usuarios.
- g) Se adapta y realiza constantemente un *feedback* de su entorno (es decir, se actualiza y se comprueba que todo esté bien).
- h) Al actualizarse se genera valor agregado tanto del modelo como del AVA.

Hay que precisar que este artículo sólo es una aproximación al tema expuesto y que subsiguientes reflexiones deben profundizar en el tema tanto de manera teórica como experimental, sin embargo, por razones de tiempo y espacio eso no será posible en el presente manifiesto cuya expectativa se limita por ahora al planteamiento de la hipótesis en torno a equiparar AVA y SCA.

Referencias

- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Castellani, B. (2014). *Fifteen Years a Complexity Scientist*. Recuperado de: <https://www.theoryculturesociety.org/brian-castellani-on-the-complexity-sciences>
- Castells, M. (2000). *La era de la información: economía, sociedad y cultura*. Madrid: Siglo XXI.
- Érdi, P. (2008). *Complexity explained*. Berlin: Springer-Verlag.
- Gell-Mann, M. (2002). *El Quark y el jaguar*. Barcelona: Tusquets.
- Taylor, M. (2001). *The Moment of Complexity*: EE.UU.: Chicago Press.
- Jörg, T. (2011) *New thinking in complexity for the social sciences and humanites*. Berlin: Springer-Verlag.
- Kauffman, S. & Juan, L. (2003). *Investigaciones*. Barcelona: Tusquets.

- Lewin R. (1995). *Complejidad: el caos como generador del orden*. Barcelona: Tusquets.
- Mitchell, M. (2017). *Introduction to complexity*. [MOOC]. Disponible en <https://www.complexityexplorer.org>
- Mooc.es (2018.) ¿Qué es un mooc? Recuperado de: <http://mooc.es/que-es-un-mooc>
- Morin, E. (1984). *Ciencia con conciencia*. Barcelona: Anthropos.
- Morin, E. (2000). *La mente bien ordenada*. Madrid: Seix Barral.
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Barcelona: Paidós. ONTSI (Observatorio Nacional de Telecomunicaciones i SI). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Gobierno de España.
- Ortíz, A. E. (s.f.) ¿Qué son los MOOC? Recuperado de: http://uaqedvirtual.uaq.mx/campusvirtual/ayuda/pluginfile.php/1937/mod_resource/content/1/Qu%C3%A9%20es%20un%20MOOC.pdf
- Rescher, N. (1998). *Complexity: a philosophical overview*. New Brunswick: Transaction Publishers.
- Universidad Autónoma Metropolitana [UAM]. (2018). *Los ambientes virtuales de aprendizaje*. Recuperado de: http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/virtuami/file/int/practica_entornos_actv_AVA.pdf
- Weaver, W. (1948). Science and complexity. En *American Scientist*, 36, pp. 536-544.

Sobre el autor

Miguel Ángel Hernández Briseño
aghernandez@uveg.edu.mx

Doctor en Filosofía por el departamento de Filosofía de la Universidad de Guanajuato y Asesor virtual certificado por la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato. Actualmente participa como docente en la maestría de Educación con enfoque en Enseñanza en Línea de la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato. También he impartido clases relacionadas con historia de la filosofía, filosofía de la ciencia, tecnología, pensamiento complejo, humanidades y ciencias sociales.