

La oscilación controlada de la entropía en el diseño del aula virtual

Luis Rodolfo Lara^(*)
Claudio Alejandro Ariza^(**)

Resumen: El diseño de la estructura de un aula virtual enfrenta el desafío de poder integrar en forma adecuada diversos recursos para promover las interacciones. El enfoque sistémico propone concebirla como un sistema complejo e interconectado, conceptualizado en el Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA), que fomenta una comunicación fluida y multidireccional entre estudiantes, docentes y recursos, favoreciendo la adaptación y personalización que requiere el entorno. Otro concepto clave es la Oscilación Controlada de la Entropía, que regula las interacciones entre el orden y el caos, que quedan en evidencia con la presencia de recursos estáticos, dinámicos y generativos del EIA, junto con canales como foros, chats y actividades colaborativas, que deben ser gestionados estratégicamente para mantener un nivel óptimo de incertidumbre y previsibilidad. La participación activa del docente y los estudiantes, apoyada por una planificación adecuada y una retroalimentación constante, es esencial para crear experiencias de aprendizaje significativas en entornos virtuales.

Palabras clave: oscilación controlada de la entropía - OCE - escenario interactivo de aprendizaje - EIA - aula virtual - interacciones - sistemas complejos - entropía

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 124]

^(*) Master en Tecnología de la Educación (Universidad de Salamanca, España). Master en Procesos Educativos Medidos por Tecnologías (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina), Ingeniero Electricista (Universidad Nacional de Tucumán). Autor del libro "El escenario interactivo de aprendizaje: diseño, metodología y entropía". Profesor de las asignaturas Fundamentos de educación a distancia en la carrera Licenciatura en Tecnología Educativa en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FaCEN) de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa). Investigador categoría II en el área de tecnología educativa, FaCEN, UNCa.

^(**) Magister en procesos educativos mediados por tecnologías (UNC) y Profesor en Computación (UNCa). En cuanto al desarrollo profesional en ciencia y tecnología está relacionado y orientado hacia el área de la tecnología educativa. En el análisis del impacto

de recursos tecnológicos aplicados en educación, como en el desarrollo de software educativo. Así mismo en la evaluación de los mismos para ser aplicados en el aula, manejando técnicas tanto cualitativas como cuantitativas. Llevando además tareas de apoyo informático en los proyectos de investigación en los cuales formó parte integrante de equipo.

Introducción

La planificación de la incorporación de recursos en un aula virtual representa un desafío cada vez más complejo para el docente, especialmente en un contexto marcado por la continua transformación digital y la creciente diversidad de plataformas que pueden implementarse como ambientes de aprendizaje. Desde este aspecto, el enfoque sistémico permite abordar el diseño de estos espacios como un lugar donde se producen sucesos interconectados y dinámicos, en el cual la tecnología, las interacciones y la estrategia del docente se vinculan de manera coherente. Este punto de vista no solo facilita la adaptación a las demandas cambiantes, sino que también promueve una perspectiva integral que potencia las intervenciones educativas. Se considera un sistema a aquella entidad autónoma constituida por elementos interrelacionados que forman subsistemas estructurales y funcionales, que se transforma dentro de ciertos límites de estabilidad, gracias a regulaciones internas que le permiten adaptarse a las variaciones de su entorno específico (Francois. 1992). Como modelo conceptual sistémico se propone el concepto de Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA), que enfatiza la creación de espacios en que los estudiantes no solo acceden a recursos, sino que participan activamente, mediante una comunicación fluida y multidireccional con todos los elementos constitutivos de este ambiente.

Complementariamente, la condición de Oscilación Controlada de la Entropía (OCE) permite planificar estrategias, diseñar actividades y proponer recursos que mantengan a los estudiantes en una comunicación en múltiples vías con diferentes componentes del sistema. En el aula virtual, el efecto de la entropía se manifiesta de variadas formas: desde el ostracismo del estudiante por estar en un espacio de aprendizaje demasiado predecible (entropía baja) a la confusión que puede presentar ante un sistema totalmente caótico (entropía alta). Sin embargo, en lugar de concebir la entropía como un concepto estático, el enfoque sistémico sugiere su regulación a través de la OCE. Ésta plantea la alternancia intencionada entre momentos de aparente desorden y reorganización estructurada, permitiendo gestionar de manera estratégica los flujos de información, las dinámicas de interacción y la adaptabilidad del sistema educativo. Al hacerlo, se fomenta un equilibrio dinámico entre la estabilidad y el cambio, evitando tanto la rigidez estructural como el caos improductivo en el aula virtual. Este enfoque no solo contribuye al diseño más eficiente de actividades y recursos, sino que también se alinea con las demandas de flexibilidad y personalización que caracterizan los espacios interactivos.

Interacciones en un ambiente de aprendizaje interactivo

Según Estebanell (2002), la interactividad es una característica intrínseca que presentan estos espacios de aprendizaje que incrementa cualitativa y cuantitativamente la capacidad de los usuarios de intervenir en el desarrollo de las posibilidades de acción que ofrecen estos entornos. Así, los niveles de interactividad que puede presentar un espacio están definidos por los grados de libertad que dispone el usuario cuando actúa con el sistema, así como la capacidad de este sistema en relación al usuario. Sims (1997) citando a Jonassen expresa la interactividad como una actividad entre dos organismos, que involucra al estudiante en un verdadero diálogo; si la respuesta es coherente con las necesidades de procesamiento de la información del estudiante, entonces, esa interacción se considera significativa. Desde esta perspectiva, la incorporación de canales de comunicación y los tipos de interacciones se convierte en una tarea fundamental para comprender el fundamento de cómo se construyen las experiencias de aprendizaje en entornos digitales. Desde la perspectiva de la orientación comunicativa, donde se considera el sentido y dirección de la transmisión del flujo de la información, existen diferentes tipos de interacciones que se pueden presentar en un escenario de aprendizaje (Lara, 2022).

Interacción unidireccional

En este tipo de interacción, la comunicación fluye en una sola dirección, no hay retroalimentación, por ejemplo, cuando el estudiante está leyendo un material escrito u observando un video, en este caso, el docente no está presente en tiempo real para interactuar (para responder a posibles consultas en el momento que está accediendo al material) con los estudiantes.

Interacción bidireccional

En este caso la intervención se establece entre dos participantes y se afectan mutuamente en el proceso de comunicación, hay un diálogo, los dos tienen las mismas posibilidades de participar (hay una relación simétrica). Un caso de interacción bidireccional es en una clase donde el docente abre el espacio para que los estudiantes hagan preguntas, en esa instancia se produce la interacción bidireccional. Cada estudiante puede plantear sus dudas, inquietudes o solicitar aclaraciones al docente, y éste responde proporcionando explicaciones o ejemplos adicionales, si lo cree necesario.

Interacción multidireccional

Es similar a la bidireccional, pero pueden intervenir en el proceso más de dos participantes, estableciéndose un diálogo entre todos en un mismo nivel de jerarquía comunicacional. Un ejemplo podría ser un trabajo colaborativo en grupo utilizando una wiki u otro documento digital colaborativo, los estudiantes se agrupan a distancia para trabajar juntos en la realización del material. Durante estas sesiones, se fomenta la comunicación multidireccional entre los miembros del grupo, quienes contribuyen con sus aportes individuales, debaten sobre el contenido publicado y colaboran para alcanzar objetivos en común; el docente también puede intervenir cuando lo crea necesario para guiarlos y realizar un seguimiento de la actividad.

Ambientes de aprendizaje desde la perspectiva sistémica

Algunos trabajos (Lara, 2024, Lara et al., 2018 y Lara, 2017) hacen referencia al Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA) como un sistema complejo donde se llevan a cabo distintas interacciones. En este ambiente se presentan recursos interactivos que propician estas acciones, con el fin de crear un lugar resonante compatible con los objetivos pedagógicos que persigue el docente y también, teniendo en cuenta el perfil y el modelo mental del estudiante, sus necesidades y búsquedas como también, considerando el entorno y el contexto donde se llevará a cabo las mencionadas intervenciones.

Elementos que constituyen un EIA en un aula virtual

Un aula virtual puede ser entendida como un ecosistema educativo dinámico, en el cual los canales de comunicación, las interacciones y los mensajes transmitidos forman un entramado interdependiente que promueve el diálogo entre los participantes de la clase. Un elemento esencial que componen este tipo de escenario son los canales, que constituyen el medio a través del cual se establece la comunicación y la interacción, permitiendo acceder a recursos como la mensajería, el chat, foros y videoconferencia, entre otros. También el EIA admite el acceso a contenidos e información mediante hipervínculos e incrustación de documentos digitales, sitios webs, videos, audios y material multimedia. Y, por último, permite realizar actividades como cuestionarios, participar en un foro de debate o en glosario, crear ambientes colaborativos como wiki y presentar trabajos monográficos, entre otros.

Del mismo modo, surgen las interacciones, que son procesos dinámicos mediante el cual los participantes del espacio educativo (estudiantes y docente) se comunican, colaboran y se involucran activamente utilizando los canales disponibles en el ambiente de aprendizaje. La adaptación es una característica fundamental de estos sistemas complejos, por lo tanto, es influenciado por el contexto, que describe el marco de referencia que afecta al sistema; el

contexto puede referirse, por ejemplo, a los factores socioeconómicos, históricos, políticos, culturales y geográficos. También puede ser afectado por el entorno, que son los componentes externos que interactúan con el sistema; considerando al aula, el entorno puede ser la infraestructura disponible, la planificación, las interacciones que se presentan, entre otros.

Los recursos del EIA constituyen el insumo primario para implementar las estrategias que propone el docente; éstos no deben ser concebidos como elementos estáticos ni aislados, sino como punto de partida para procesos interactivos y adaptativos más complejos y sofisticados. La presencia de estos elementos implica no solo su mera disponibilidad, sino también su alineación estratégica con la planificación y los objetivos de aprendizaje, promoviendo un equilibrio oscilante entre organización y flexibilidad. Se puede concluir entonces, que los recursos pueden ser clasificados como estáticos, que son aquellos como documentos, videos y materiales de consulta que no pueden ser modificados, son canales generalmente unidireccionales, donde la información fluye desde el material al estudiante, estos recursos actúan como puntos de anclaje que garantizan una base común de conocimiento. Otro tipo de recursos son aquellos que podemos considerar como dinámicos, que es el caso de simuladores, actividades interactivas y foros de discusión, diseñados para adaptarse a las respuestas de los estudiantes y fomentar su participación, están constituidos por canales bidireccionales y multidireccionales, donde la comunicación se esparce en diferentes direcciones y sentidos. Por último, están los recursos llamados generativos, que son producciones de los propios estudiantes (como aquellos que permiten proyectos colaborativos), que enriquecen el sistema al retroalimentar el entorno con nuevos contenidos y perspectivas, se presentan como canales bidireccionales y multidireccionales.

Por lo tanto, surgen dos aspectos de análisis que se pueden encontrar en un EIA, una es la información incluida en los contenidos como consecución de los objetivos del material instructivo y actividades presentadas (documentos digitales, material impreso, sitios webs, consignas de los cuestionarios); y otro son los recursos que contienen canales de comunicación disponibles en la interfaz (como enlaces, botones de acceso, íconos interactivos y sus contenidos relacionados, por ejemplo) que posibilitan establecer el vínculo entre los participantes de una clase y también tener acceso a materiales y actividades (Lara, 2024). Desde un enfoque sistémico, el análisis de los recursos, la selección de los canales de comunicación y tipos de interacciones en el aula virtual revela la complejidad de las relaciones que constituyen una acción educativa, creando las condiciones necesarias para que se produzca la interactividad entre el docente y los estudiantes, pero las estrategias implementadas por el docente y su retroalimentación con el estudiante es fundamental para crear las condiciones suficientes para que se produzca la oscilación controlada de la entropía.

La Oscilación Controlada de la Entropía en el diseño del aula virtual

La entropía, en el ambiente educativo, representa el grado de incertidumbre o desorden que se produce en un espacio interactivo, su comportamiento puede aumentar o disminuir dependiendo de cómo se estructuran y gestionan los elementos del aula virtual. Así, la presencia de los recursos promueve el vínculo entre los diferentes componentes del

sistema, pero el contenido de los mensajes que se transmite es clave ya que también afecta a la entropía. Hay que tener en cuenta que la variación de la entropía no será igual para todos los usuarios que interactúan en el espacio interactivo, dependerá de varios factores, como el modelo mental, la adaptabilidad del usuario al medio, conocimientos, motivaciones, estrategias y experiencias previas.

Un entorno de aprendizaje que promueva las interacciones es aquel donde la entropía global del sistema pueda oscilar en función del tiempo, puede aumentar, pero luego puede disminuir. Para que fluctúa se tiene que permitir la aparición secuencial de nuevos recursos, que los contenidos que se presentan en diferentes formatos aumentan gradualmente su complejidad y que se produzcan todo tipo de interacciones en diferentes direcciones y sentidos. En consecuencia, las estrategias planteadas por el docente, las intervenciones oportunas de los participantes de la clase y la combinación de recursos (complementariedad y diversificación de los canales en el espacio interactivo) permitirá al docente tomar las decisiones necesarias para tener un control en la alternancia de la entropía (Lara, 2024, p. 92).

Casos en los que la entropía puede aumentar en un curso

La entropía tiende a incrementarse cuando hay un mayor grado de desorganización, incertidumbre, falta de claridad o sobrecarga de información en el curso. Algunos casos donde la entropía puede crecer es cuando el diseño del curso es desorganizado, la interfaz del curso presenta un exceso de recursos sin una estructura clara, como múltiples secciones desordenadas o recursos mal etiquetados o superpuestos. También la sobrecarga de tareas simultáneas, que sucede cuando los estudiantes reciben muchas actividades sin un calendario de trabajo definido, o cuando se asignan varias tareas complejas con plazos similares, sin detallar la relación entre ellas ni su prioridad, todas estas acciones pueden producir confusión en el estudiante. Igualmente se puede considerar, la situación donde la interacción es limitada o nula por parte del docente, ya que no se ofrecen espacios de retroalimentación (como foros, por ejemplo) para responder a consultas, los estudiantes pueden experimentar incertidumbre sobre si están comprendiendo correctamente la temática abordada. Otro caso sería el uso excesivo de herramientas externas sin integrarlas al EIA como formularios externos, aplicaciones de videoconferencia o sistemas de mensajería del celular sin explicar cómo se relacionan con la estructura general del curso.

Casos en los que la entropía puede disminuir en un curso

La entropía en el aula virtual disminuye cuando aumenta la certeza y se proporciona un ambiente claro y organizado. Algunos factores que influyen en una disminución de la entropía es la interacción efectiva del docente al comunicarse en forma permanente con los estudiantes; responder a consultas, moderar los foros de discusión, realizar videoconferencias para aclarar dudas y dar una devolución adecuada y constructiva a las actividades. Por otro lado, la estructura clara y consistente del ambiente de aprendizaje hace que un curso sea organizado con secciones bien definidas, presentadas secuencialmente de

acuerdo a la complejidad de los contenidos, recursos etiquetados adecuadamente y una navegación intuitiva también hace que el ambiente sea más predecible para los estudiantes. Además, un cronograma con fechas claras para la realización de actividades ayuda a los estudiantes a planificar su tiempo de manera efectiva.

En un curso virtual, la clave para administrar la entropía radica en diseñar espacios organizados pero flexibles, que guíen a los estudiantes sin restringir su autonomía. Incorporar estrategias como la planificación estructurada, la interacción permanente y la retroalimentación adecuada permite mantener la entropía en niveles óptimos, favoreciendo el proceso de comunicación en el EIA.

La variación de la entropía en el aula virtual

El diseño de un aula virtual requiere un equilibrio entre un nivel de organización y el caos que se puede producir en un ambiente interactivo de aprendizaje. La condición de Oscilación Controlada de la Entropía (OCE) supone que el flujo de la comunicación ocurre en un espacio dinámico que fluctúa entre el orden (rígido, que puede limitar la creatividad y el pensamiento crítico) y el caos (alta flexibilidad, que puede generar confusión y frustración). Por lo tanto, las variaciones entrópicas dependen tanto de la configuración del EIA (con la presencia de recursos apropiados), como del comportamiento del entorno y del contexto, es decir, de las estrategias planteadas por el docente, de las interacciones y de los contenidos de los mensajes que se produzcan y, por último, de la predisposición, conocimientos previos, motivaciones y modelos mentales que tenga el docente y los estudiantes (Lara, 2024).

La OCE propone mantener un nivel óptimo de incertidumbre y previsibilidad, promoviendo la exploración activa del conocimiento mientras se conservan ciertos límites y guías que orienten el proceso, de esta manera, en alguna instancia del curso, la entropía puede crecer y luego, decrecer, pero nunca con una tendencia definida. En el dictado de un curso por el aula virtual, esta oscilación puede ser gestionada a través de diversos procesos de intervención.

Organización de contenidos y actividades implementando la OCE

La organización secuencial de los contenidos puede comenzar al inicio de un curso con una estructura lineal y progresiva (baja entropía) que, al principio introduzca a los estudiantes en los conceptos fundamentales desde lo más simple a los más complejo, para luego permitir actividades más flexibles que promuevan la exploración, el trabajo colaborativo y el aprendizaje autorregulado (mayor entropía). Una alta organización implica la presencia de recursos como tutoriales de bienvenida, lecciones guiadas, glosarios predefinidos y presentaciones explicativas (disminución de la entropía). Una apertura controlada incluye actividades como foros de debate con temáticas abiertas, tareas reflexivas o proyectos colaborativos que permitan múltiples enfoques e intervenciones espontáneas (aumento de la entropía).

Administración de canales de comunicación

Los canales de comunicación en el aula virtual deben combinar momentos de interacción controlada y momentos de interacción abierta, una interacción organizada puede incluir mensajes programados o videoconferencias con agenda definida y una fuerte moderación por parte del docente. Por otro lado, la participación abierta puede suceder con los foros temáticos donde los estudiantes puedan iniciar discusiones con una temática menos definida, responderse entre ellos y construir conocimiento de manera colectiva.

El proceso de seguimiento y personalización

El aula virtual dispone de diversos recursos para realizar una supervisión permanente del progreso de los estudiantes y adaptar la experiencia de aprendizaje según los casos que se puedan presentar. Desde el concepto de la OCE, estas herramientas pueden emplearse para mantener el equilibrio entre organización y desorden ya que deja evidencia cuando puede intervenir en forma oportuna el docente. Un seguimiento permite la revisión del cumplimiento de fechas límites y actividades y, además, la personalización dinámica hace que se puedan realizar ajustes en el nivel de dificultad de las actividades según el desempeño de los estudiantes en el momento justo.

Gestión de actividades y procesos de evaluación

La evaluación es un componente crítico en la OCE, ya que puede ser utilizada tanto para medir el desempeño como para regular la entropía del sistema. Las estrategias de evaluación deben alternar entre evaluaciones estructuradas como pruebas automáticas y rúbricas detalladas que proporcionen retroalimentación inmediata y pertinente; como evaluaciones más flexibles como proyectos y tareas que permitan a los estudiantes aplicar conocimientos de manera creativa y personalizada y que no implique necesariamente una propuesta de solución única y que dependa del contexto, por ejemplo.

Conclusiones

El estudio del aula virtual bajo la perspectiva sistémica permite analizar el ambiente de aprendizaje teniendo en cuenta sus elementos constitutivos, sus funciones y sus interrelaciones. Se estudia el comportamiento de la entropía como un nuevo criterio al considerar el diseño, selección o evaluación de estos entornos interactivos; donde el orden y el desorden pueden convivir armónicamente, jugando con la secuenciación de recursos (contenidos y actividades) y retroalimentaciones necesarias para que la entropía del siste-

ma oscile. Al ser considerado un sistema abierto, existe la posibilidad de que los usuarios puedan apropiarse, es lo que Squires (1999) llama alteración incorporada, que consiste en dar énfasis al papel activo y determinante del estudiante y docente al configurar su propio (y único) escenario de aprendizaje. Desde la condición de OCE, un aula virtual puede diseñarse para permitir variaciones controladas de esta entropía. Esto implica alternar, cuando sea necesario, entre momentos de alta organización, que proporcione claridad y previsibilidad, y momentos de mayor desorden, que fomenten la autonomía, la creatividad y la reflexión crítica del estudiante.

Cabe indicar que la presencia de los recursos y canales permite la realización de las interacciones, pero la mera presencia de ellos no garantiza una comunicación efectiva, ya que el contenido del mensaje que se transmite dependerá de los aportes de los participantes de la clase. Por lo tanto, un mismo recurso puede hacer que se comporte la entropía de diferentes maneras de acuerdo a las interacciones que se realicen y del contenido del mensaje que se transmita. Un sistema con una entropía que varíe expone una condición necesaria pero no suficiente para que se produzcan acciones relevantes de enseñanza y aprendizaje, ya que el EIA interactúa con un contexto y entorno que nunca es el mismo. De esta manera, un entorno interactivo dinámico, implica incluir un cambio de rol tanto para el docente como para el estudiante; el docente como planificador de estrategias, administrando y facilitando los recursos interactivos, interviniendo cuando lo crea necesario y con una cuidadosa supervisión de los procesos que se producen en el EIA y, del otro lado, el estudiante con un rol activo, regulador de su propio aprendizaje, interactuando y modificando el entorno, conectándose con sus compañeros y con el docente, constituyéndose también en el constructor de su propio escenario de aprendizaje.

Referencias bibliográficas

- Estebanell, M. (2002). Interactividad e interacción. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 1 (1). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1252603.pdf>
- Francois. C. (1992). *Diccionario de teoría general de sistemas y cibernética*. GESI.
- Lara, L. R. (2017). El Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA) en el aula virtual: nivel de uso en diferentes configuraciones. En J. Silva Quiroz (Ed.), *Investigación, Innovación y Tecnologías: la triada para transformar los procesos formativos* (pp. 281-289). Editorial Universidad de Santiago de Chile.
- Lara, L. R. (2022). Interacciones y consideraciones sistémicas en el aula virtual. En E. E. Avelleyra & M. A. Proyetti Martino (Comps.), *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos* (pp. 1260-1270). Octaedro. URL: <https://doi.org/10.36006/16361>
- Lara, L. R. (2024). *El escenario interactivo de aprendizaje: diseño, metodología y entropía*. Potencia Editora. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11660072>
- Lara, L. R., Rizo, R. y Ariza, C. (2018). Nivel de uso y preferencias en diferentes configuraciones del aula virtual como Escenario Interactivo de Aprendizaje. En *Congreso Virtual Educa 2018* (del 10 al 14 de septiembre de 2018, Buenos Aires). URL: <https://encuentros.virtualeduca.red/storage/ponencias/argentina2018/9eeOYLFs6Q5D4HpS1mHQ2HkW BclyL8XNIHqWcNiU.pdf>

- Sims, R. (1997). Interactivity: A Forgotten Art? *Computers in Human Behavior*, 13 (2), 157-180. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(97\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(97)00004-6)
- Squires, D. (1999). *Educational software and learning: subversive use and volatile design*. *IEEE Proceedings of the 32nd International Conference on System Sciences*. IEEE, Hawaii, United States. <https://doi.org/10.1109/HICSS.1999.772803>
-

Abstract: The design of the structure of a virtual classroom faces the challenge of being able to integrate diverse resources in an adequate way to promote interactions. The systemic approach proposes to conceive it as a complex and interconnected system, conceptualized in the Interactive Learning Scenario (ILS), which promotes fluid and multidirectional communication between students, teachers and resources, facilitating the adaptation and personalization required by the environment. Another key concept is the Controlled Oscillation of Entropy (COE), which regulates the interactions between order and chaos, which are evidenced by the presence of static, dynamic and generative ILS resources, along with channels such as forums, chats and collaborative activities, which must be strategically managed to maintain an optimal level of uncertainty and predictability. Active teacher and student participation, supported by adequate planning and constant feedback, is essential to create meaningful learning experiences in virtual environments.

Keywords: controlled oscillation of entropy - COE - interactive learning scenario - ILS - virtual classroom - interactions - complex systems - entropy

Resumo: O projeto da estrutura de uma sala de aula virtual enfrenta o desafio de poder integrar diversos recursos de forma adequada para promover interações. A abordagem sistêmica propõe concebê-la como um sistema complexo e interconectado, conceituado no Cenário de Aprendizagem Interativo (CAI), que promove a comunicação fluida e multidirecional entre alunos, professores e recursos, favorecendo a adaptação e a personalização exigidas pelo ambiente. Outro conceito fundamental é a Oscilação Controlada da Entropia (OCE), que regula as interações entre ordem e caos, evidenciadas pela presença de recursos estáticos, dinâmicos e generativos do CAI, juntamente com canais como fóruns, chats e atividades colaborativas, que devem ser estrategicamente gerenciados para manter um nível ideal de incerteza e previsibilidade. A participação ativa de professores e alunos, apoiada por um planejamento adequado e feedback constante, é essencial para criar experiências de aprendizagem significativas em ambientes virtuais.

Palavras-chave: oscilação controlada da entropia - OCE - cenário de aprendizagem interativo - CAI - sala de aula virtual - interações - sistemas complexos - entropia

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo]
