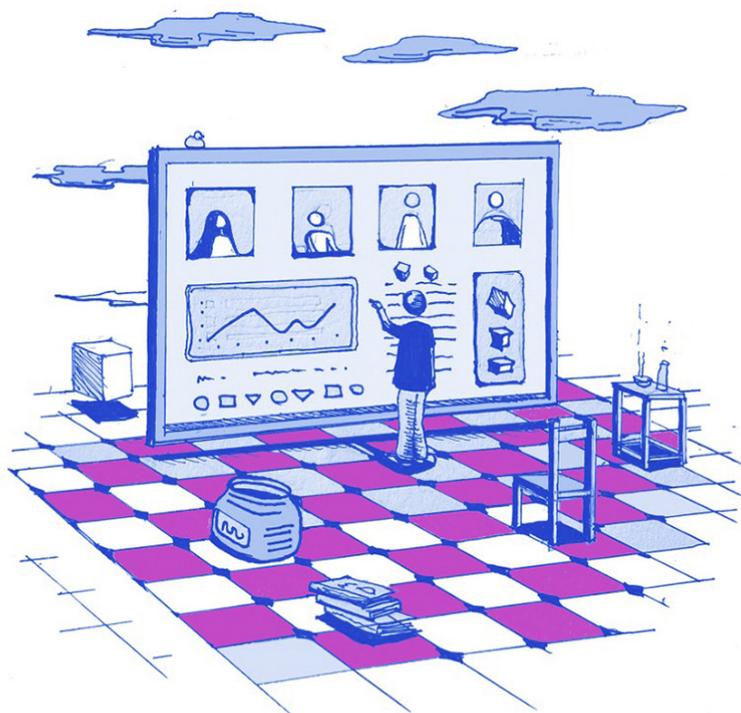


# EL ESCENARIO INTERACTIVO DE APRENDIZAJE

LUIS RODOLFO LARA



Lara, Luis Rodolfo

El escenario interactivo de aprendizaje / Luis Rodolfo Lara ; Editado por Paula Gastaldi. - 1a ed - Córdoba : Luciana Vanesa Bedini, 2024.

Libro digital, BBeB - (Ideas / Luciana Bedini)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-00-3615-1

I. Educación. 2. Educación Tecnológica. I. Gastaldi, Paula, ed. II. Título.

CDD 371.33

Directora Colección Ideas: Paula Gastaldi

Directora editorial: Luciana Bedini

Diseño editorial: Emanuel Lisarazo

Portada e Ilustración: Juan Alonzo (@juanalonzoart)

IG: potencia\_editora

potenciaeditora@gmail.com

(+54) 3516648012

LUIS RODOLFO LARA

# **El Escenario Interactivo de Aprendizaje**

**Diseño, metodología y entropía**



*A Fer Tula, por siempre estar e iluminar mis días.  
A Gala y Aruna, que complementa cada día con sus presencias.*

Un especial agradecimiento a los profesores Ramón Reyes, Dorita Galarza y Gustavo Juárez por las sugerencias y aportes realizados que enaltecieron el contenido de este libro.

A las autoridades, colegas y no docentes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FaCEN) de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCA) por la predisposición y el apoyo permanente.

A los profesores, investigadores y becarios que trabajaron tanto en la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa) como en la Universidad Católica de Santiago del Estero (UCSE) que colaboraron en todos los proyectos realizados.

# Índice

<b>Capítulo 1: La comunicación en escenarios interactivos</b>	<b>12</b>
1.1.- La comunicación: un hilo invisible que nos conecta	12
1.2.- ¿Cómo nos comunicamos? Un modelo que sigue vigente	16
1.2.1.- La comunicación unidireccional: la asimetría del que transmite	18
1.2.2.- La comunicación bidireccional: el diálogo simétrico	20
1.2.3.- La comunicación multidireccional: simetría para todos	22
<b>Capítulo 2: Interacciones en los escenarios interactivos de aprendizaje</b>	<b>25</b>
2.1.- Las interacciones: un menú de intercambios de información	25
2.1.1.- Interacciones en función de los agentes o elementos	26
2.1.2.- Interacciones en función de la direccionalidad	28
2.1.3.- Interacciones en función del tiempo	29
2.2.- El Escenario Interactivo de Aprendizaje	31
2.3.- Ejemplos de interacciones y canales en escenarios presenciales y a distancia	34
2.3.1.- Aula presencial (sincrónica/asincrónica)	35
2.3.2.- Aula virtual (a distancia, asincrónica/sincrónica)	38
<b>Capítulo 3: El EIA desde una perspectiva sistémica</b>	<b>43</b>
3.1.- El enfoque sistémico: no todo es la suma de las partes	43
3.2.- Las retroalimentaciones: cuando la entrada es la salida	47
3.3.- La proalimentación: cuando la salida es la entrada	50
3.4.- El Escenario Interactivo de Aprendizaje como sistema	52
<b>Capítulo 4: Aprendiendo sistémicamente</b>	<b>57</b>
4.1.- La práctica docente como sistema	57
4.2.- Trans-formando nuestros modelos mentales	58
4.2.1.- ¿Cómo se crean los modelos mentales?	59
4.2.2.- Factores a considerar para crear modelos mentales adecuados	60
4.3.- ¿Cómo se aprende desde la perspectiva sistémica?	62
4.4.- Estrategias del aprendizaje sistémico	66

<b>Capítulo 5: Entropía y desorden en los EIA</b>	<b>68</b>
5.1.- Orden y desorden en escenarios interactivos	68
5.2.- La entropía según el tipo de sistemas	70
5.2.1.- Entropía en sistemas aislados	70
5.2.2.- Entropía en sistemas abiertos	72
5.3.- Una moneda y un dado: entropía y la cantidad de información	76
5.3.1.- La redundancia: la garante de la transmisión	78
5.4.- Sistemas abiertos inestables que evolucionan	80
<b>Capítulo 6: Diseño del EIA y el plan B</b>	<b>83</b>
6.1.- La entropía oscilante en el Escenario Interactivo de Aprendizaje	83
6.1.1.- Estrategias para controlar la variación de la entropía en el EIA	85
6.2.- ¿Qué influencia pueden tener los canales en el comportamiento de la entropía?	89
6.2.1.- Entropía en la comunicación	89
6.2.2.- Entropía y los contenidos	90
6.2.3.- Entropía y las actividades	91
6.3.- Los canales y su influencia potencial en la entropía	92
6.4.- La necesidad de tener un plan B: una nueva propuesta de planificación	94

# Introducción

*No nos transforma el contenido de un libro,  
sino el mismo acto de leerlo.*

**Carlos Scolari**

Una de las razones por la que decidí escribir este libro es que cada vez que planificaba un curso utilizando el aula virtual, me surgían dudas sobre cómo incorporar e integrar diversos recursos en forma coherente con las estrategias que implementaba. De esta manera aparecieron diversas cuestiones ¿Qué factores influyen en la selección de un componente interactivo en un ambiente de aprendizaje para que los estudiantes puedan establecer interacciones en forma más fluida? ¿Qué características presentan estos canales disponibles en un espacio interactivo? ¿Cómo los adapto a las estrategias y metodologías que implemento en el aula?

Como docentes, al realizar nuestra tarea diaria disponemos de un espacio donde hallamos distintos recursos y herramientas para plantear estrategias y metodologías didácticas. Este ambiente, como medio educativo es un verdadero escenario mediador donde suceden cosas, se representan roles (docente y estudiante) encaminados por un guion (la planificación didáctica), en una escenografía bien definida (donde existen diversos dispositivos a disposición) diseñada para promover las acciones necesarias.

Por ejemplo, en la educación presencial nos encontramos en un aula, en un horario definido, que tiene pupitres, escritorio para el docente, pizarra, marcadores y otros elementos complementarios como proyector, pantalla para colocar poster, parlantes, micrófono, entre otras cosas; por otro lado, los estudiantes poseen lapicera, cuaderno, borrador, libros y celulares.

En la modalidad a distancia, también existe un espacio específico, como el aula virtual o el entorno de una aplicación móvil, donde el docente interactúa con los estudiantes. En este escenario donde los límites físicos y temporales son difusos, están dispuestas también

una gran cantidad de herramientas como contenidos interactivos en diferentes formatos multimedia (como documentos de texto, imágenes, videos instruccionales, simuladores y audios), espacios de participación como foros y mensajería; también existen recursos que promueven actividades como cuestionarios, foros, wikis, paneles interactivos, glosarios, entre otros, que permiten distintos tipos de procesos de evaluación y seguimiento por parte del docente y del mismo estudiante. El gran desafío es cómo administrar los diferentes recursos y contenidos para favorecer las condiciones que permitan una comunicación fluida entre los diferentes componentes del sistema.

Más allá de la modalidad, si es presencial o a distancia, este espacio cobra importancia al querer promover un ambiente de aprendizaje, ya que es preciso establecer una comunicación entre todos esos elementos, y esto se logra utilizando diversos canales que dispone el mismo escenario. Una de las inquietudes que siempre tuve como docente, es cuando utilizo el aula virtual, si de la gran variedad de recursos que ofrece la plataforma, utilizo los más adecuados. Ante la disponibilidad de estos dispositivos, surgen cuestiones que son importantes considerar al plantear estrategias en nuestro rol docente:

¿Cómo seleccionamos para una clase un recurso con respecto a otro que tiene la misma función?

¿En qué momento de la clase emplearemos cada uno de estos recursos? ¿De qué dependerá? ¿Cómo lo llevaremos a la práctica?

Éstas son algunas cuestiones que se abordará en este libro, donde se considera el estudio de estos escenarios de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva sistémica, lo que nos llevará a analizar los distintos recursos y herramientas que presentan como un engranaje más de ese sistema. Lo que implica definir las propiedades intrínsecas para poder identificar cada uno de estos elementos, su funcionamiento, interacciones e influencias que presenta con otros componentes y con el entorno/contexto. De esta manera, podremos tener criterios para caracterizarlos, reconocer sus potencialidades y poder seleccionar el más adecuado de acuerdo a la instancia y al contexto donde se está implementando.

Cabe destacar que todo medio didáctico está constituido por un canal o conjunto de canales que permiten la comunicación entre recursos o con los participantes de la clase. Es así que el canal de comunicación, de acuerdo a su configuración, puede limitar algunas características

morfológicas o de formato que puede tener el mensaje a transmitir. Es así que emergen a la luz características que deben presentar estos canales, como la direccionalidad de la comunicación establecida, características temporales (simultaneidad o diferimiento en el tiempo) y la variación de la entropía potencial que se puede producir en cada uno de ellos. El concepto de entropía es fundamental para definir los niveles de interacción posible que presenta cada uno de los canales, si bien se presentan algunas expresiones matemáticas como soporte logístico-cognitivo, la intención es abordar el tema desde un enfoque cualitativo. El concepto de oscilación controlada de la entropía nos proporciona indicios de la manera que puede ser transmitida el flujo de información que circula por un canal.

Finalmente, se tratará de dar pautas de diseño de estos escenarios interactivos, definiendo los canales que se utilizarán y su función de acuerdo a la secuencia planificada por el docente (con sus respectivas estrategias y metodología), considerando factores externos, como el entorno y el contexto donde se realizará el cursado.

Te invito como docente a emprender este nuevo desafío, un itinerario totalmente alternativo para interpretar un nuevo rol, ser el creador de tu propia escenografía, el escenario interactivo de aprendizaje donde, en ciertos momentos podrás proponer un elemento determinado, configurarlo, vincularlo con otros y adaptarlo de acuerdo a una planificación estratégica. En otra instancia, será el estudiante el que podrá tomar el mando, tendrá la oportunidad de crear su ambiente de aprendizaje personal, de acuerdo a sus conocimientos, creencias y motivaciones para promover sus propias condiciones favorables para el aprendizaje.

*Estamos listos a emprender el viaje, pongamos el motor en marcha y comencemos a transitar este nuevo camino.*

# Capítulo 1

## La comunicación en escenarios interactivos

### 1.1.- La comunicación: un hilo invisible que nos conecta

La comunicación es un evento fundamental y omnipresente en nuestra vida cotidiana y de todos los seres con quien compartimos este planeta. Se la puede definir como un proceso donde se intercambian mensajes entre individuos o agentes. Este intercambio puede ocurrir a través de diversos medios y canales, ya sea verbalmente, mediante el lenguaje escrito, gestos, imágenes, símbolos o utilizando tecnologías.

Es sorprendente analizar cómo nuestros animales de estimación tienen sus propios códigos, predominantemente de origen sonoro con sus compañeros humanos, los árboles se relacionan entre sí a través de sus raíces y hongos, nuestras neuronas se comunican entre sí a través de señales eléctricas para permitirnos respirar, pensar y transmitir información. Cada uno de estos sucesos tiene sus particularidades, con sus propias características, canales y códigos. Abarcando una amplia gama de formas y modalidades, que van desde la comunicación verbal, mediante el uso del lenguaje hablado y escrito, hasta la no verbal, que incluye gestos, expresiones y lenguaje corporal. De esta manera, los canales que vinculan este proceso afectan nuestros sentidos, que son los medios a través de los cuales percibimos el entorno y establecemos conexiones significativas con las personas y el contexto que nos rodea.

Desde el momento en que nacemos, comenzamos a relacionarnos, expresando nuestras necesidades, emociones y pensamientos. Es a través de la comunicación que nos conectamos con otras personas, compartimos ideas, transmitimos información, establecemos relaciones y aprendemos.

La forma ha ido evolucionando a lo largo de la historia, influenciada por los avances tecnológicos. En los primeros tiempos, los seres humanos se vinculaban a través de gestos y sonidos, los mensajes se transmitían de boca en boca y a través de señales de humo y fuego, llevando noticias de un lugar a otro. Con el desarrollo del lenguaje y a través del paso del tiempo, la comunicación se hizo más compleja y sofisticada. Se inventaron sistemas de escritura, como jeroglíficos, pinturas rupestres, alfabetos y sistemas de notación musical. Es el comienzo del desarrollo del pensamiento abstracto, que inaugura nuevos modos cognitivos y de relacionamiento con la información. No solo se hacía referencia a lo que estaba presente, sino que además se podía expresar y registrar un pensamiento, una sensación y todo aquello que surgiera de la imaginación. La invención de la escritura permitió que la información se registrara en tablas de arcilla y papiros, que funcionaban como una memoria analógica, lo que permitió que un mensaje permaneciera en el tiempo.

La creación de la imprenta con la escritura en papel revolucionó la comunicación al permitir la producción masiva de libros y materiales impresos, ahora la información y el conocimiento podían compartirse a gran escala debido a la portabilidad que proporcionaba el libro como medio, acelerando la difusión de ideas y avances en la sociedad, lo que contribuyó al desarrollo de la cultura y la educación.

En el siglo XIX, se crearon el telégrafo y el teléfono, los mensajes podían enviarse a través de cables y las voces podían ser escuchadas en tiempo real a kilómetros de distancia. El mundo se volvió más conectado, ahora era posible establecer contacto con personas sin importar la distancia que los separara.

Durante el siglo XX, se inventaron la radio, la televisión y surgió Internet, lo que permite acceder a una gran cantidad de información y vincularnos con personas de todo el mundo. Con Internet se permitió una interconexión global sin precedentes, llevando la comunicación a una nueva era digital. Correos electrónicos, mensajes instantáneos y redes sociales revolucionaron la forma en que las personas se comunican, eliminando las barreras geográficas y permitiendo una conexión inmediata en tiempo real.

Con el tiempo, la tecnología siguió avanzando y dio paso a la aparición de la llamada Inteligencia Artificial (IA). Los sistemas de IA comienzan a jugar un papel importante al permitir la automatización de tareas, la generación de respuestas automáticas y el análisis de grandes cantidades de datos para comprender mejor las preferencias y necesidades de los usuarios. La IA generativa se hizo popular con la aparición de asistentes virtuales y chatbots que pueden interactuar con las personas de manera más natural y personalizada. Estos avances llevan la comunicación a un nivel completamente impredecible, permitiendo interacciones más sofisticadas y enriquecedoras entre humanos y máquinas, donde cada vez es más difícil distinguir entre el componente humano y la del artefacto, en este punto, el test de Turing ya no alcanza para detectar esa diferencia. Si bien, en estos momentos se está utilizando la IA como un buscador sofisticado de información y diseñador de imágenes, sonidos y videos, siempre está latente la posibilidad de que estos sistemas algún día puedan tomar algunos atributos del rol de docente.

Por lo tanto, surgen algunas cuestiones a tener en cuenta: en el futuro ¿podrán los sistemas de inteligencia artificial comprender y responder a las necesidades emocionales, sociales y cognitivas como lo hace el docente?

En este sentido, considerando la comunicación como un evento donde se intercambia información y se establece un diálogo, ésta desempeña un papel fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que es a través de ella que se establece la interacción entre el docente, contenidos, actividades y los estudiantes. La comunicación en el ámbito educativo no se limita solo al canal proveniente del aula física, sino que se ha expandido con el advenimiento de las tecnologías. Las herramientas digitales, como las plataformas interactivas de aprendizaje, las aplicaciones móviles y las videoconferencias también ofrecen una multiplicidad de canales que han permitido una comunicación clara, fluida y accesible, eliminando las limitaciones geográficas y fomentando un ambiente de colaboración entre estudiantes y docentes.

El concepto de medio, como un sistema físico que vincula a dos o más “agentes” para transmitir información, es primordial para establecerse como término general y más abarcativo que el término “canal de comunicación”. En este sentido, cabe resaltar que “los medios no nos ofrecen una ventana transparente sobre el mundo, ellos intervienen

ofreciendo versiones selectivas del mismo” (Buckingham, 2005, p. 19). Cabero (1990) define al medio didáctico como aquel elemento curricular que, por sus sistemas simbólicos y estrategias de uso, propicia el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes en un contexto determinado, facilitando la intervención mediada sobre la realidad, el empleo de diversas estrategias de aprendizaje y la captación y comprensión de la información. Siguiendo esta perspectiva de pensamiento, Marqués (1995) cita a Escudero al mencionar que un medio didáctico está constituido por una dimensión semántica (su contenido), una dimensión estructural-sintáctica (su forma de organización y su sistema de símbolos) y una dimensión pragmática (manera que se lo usa) que podría dar cabida a todo lo que se relaciona con su uso, función y propósitos del medio, entre otros. Este libro considerará la dimensión estructural-sintáctica en el análisis de este tipo de espacios interactivos de aprendizaje desde una mirada sistémica.

Cabe mencionar que en todo proceso de enseñanza y aprendizaje se necesita de un ambiente donde se lleven a la práctica las estrategias que propone el docente, donde se encontrarán diversos elementos y recursos, todos estos componentes confluirán en forma coherente, con una planificación contextual, flexible e inteligente. Un escenario de aprendizaje se refiere a una estructura diseñada en forma integral para promover el proceso de comunicación entre todos los participantes de la clase, donde están presentes y son condicionantes sus estados anímicos, su biología y su historicidad. Es un espacio donde también están inmersos los objetivos de aprendizaje, los recursos disponibles, como aquellos que permiten las interacciones con los contenidos, actividades y entre los estudiantes con el docente.

Por lo tanto, un análisis de los escenarios de aprendizaje, nos proporcionará pautas a tener en cuenta para la creación de ámbitos que promuevan interacciones; mediante una planificación estratégica de canales se podrá establecer la comunicación entre todos los participantes y acceder a los recursos disponibles. En otras palabras, un escenario de aprendizaje proporciona el marco en el cual tiene lugar el proceso de enseñanza y aprendizaje. En este punto, funciona como una interfaz gráfica, Scolari (2018) la define como “un lugar o un espacio de interacción” (p. 29). Por lo tanto, un ambiente de estas características puede hacer referencia a un espacio físico concreto

como un aula tradicional (física y sincrónica), donde están presentes el docente, los estudiantes y todos aquellos elementos que complementan y promueven las condiciones favorables para que se establezca acciones de enseñanza y aprendizaje, como la planificación docente, escritorio, pizarra, marcadores, pupitres, lápiz y papel, libros, por ejemplo.

Pero también, con la presencia de las “nuevas” tecnologías (que llevan, a decir verdad, varios años existiendo y siendo parte de nuestra cotidianidad) podría ser un ámbito interactivo a distancia (como un aula virtual, aplicaciones de celulares, sitios webs, por ejemplo) donde el aula física desaparece y potencialmente puede expandirse más allá de los límites físicos y del tiempo que determinan la clase presencial. En este punto, como afirma Salinas (2005), las experiencias de enseñanza y aprendizaje a través de las tecnologías, se desarrollan en unas coordenadas espacio-temporales que tienen poco, y cada vez menos que ver con las manejadas en los sistemas tradicionales de enseñanza.

Los avances tecnológicos están abriendo nuevas perspectivas a los conceptos de espacio y tiempo que hasta ahora se había manejado (y controlado) tanto en la enseñanza presencial, como en la modalidad híbrida o mixta, el aula expandida y la enseñanza a distancia. Donde la experiencia de la pandemia y el uso forzado de la tecnología mediante la modalidad “educación remota por emergencia sanitaria” impusieron un debate que había estado postergado sobre el verdadero rol de los medios y la modalidad sincrónica presencial. La práctica “ipso facto” de lo remoto sin una planificación estratégica decantó en nuevas controversias como la carencia de interacción cara a cara, la dificultad de interpretar los mensajes y la falta de confianza entre los participantes. Y, por otro lado, se ha cuestionado el rol del docente en este contexto, ya que no tiene el monopolio de la comunicación, pretendiendo el empoderamiento de los estudiantes a través de la construcción social del conocimiento.

## **1.2.- ¿Cómo nos comunicamos? Un modelo que sigue vigente**

El término “comunicación” se utiliza en una gran variedad de contextos y con una diversidad de sentidos que, en ocasiones, contribuyen a hacerlo difuso ya que tiene un significado polisémico, y depende principalmente del contexto donde se hace referencia.

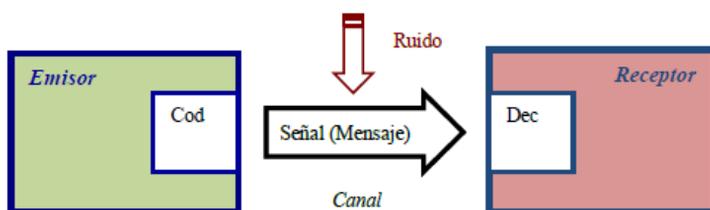
De esta manera, cada vez que nos comunicamos, alguien (un agente) toma el rol de emisor, seleccionando de la fuente una determinada cantidad de símbolos, que constituye un mensaje con la información a transmitir que luego es codificado (señal) para enviarlo por un canal, la señal es recibida por el receptor donde es decodificada para poder reconstruir el mensaje original que envió el emisor. Desde esta perspectiva, el concepto de agente incluye cualquier entidad que participe en el intercambio de información (emisor y receptor). Los agentes pueden ser personas, grupos, organizaciones, sistemas informáticos u otros dispositivos que actúan como intermediarios o facilitadores para que la comunicación ocurra, este término general será de mucha utilidad cuando se enfoque el tema desde un enfoque sistémico ya que permite integrar la IA.

Desde este enfoque, la comunicación se refiere al intercambio de información, ideas y conocimientos entre el docente y los estudiantes, mientras que la interacción comprende la participación activa y el compromiso de los estudiantes en ese proceso. La interacción en el espacio educativo implica que existan canales que permitan a los estudiantes a no ser simples receptores pasivos de la información proporcionada por el docente o por otros medios, sino que sean protagonistas activos en la construcción del conocimiento, de esta forma el proceso de comunicación puede propagarse en diferentes direcciones geométricas. A través de la interacción, los estudiantes tienen la oportunidad de expresar sus ideas, plantear preguntas, debatir, colaborar y participar en actividades que promueven el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Desde una perspectiva más amplia y, más allá de lo estrictamente disciplinar, los docentes pueden transmitir, y de hecho lo hacen, mensajes inconscientes a sus estudiantes, agregando matices a la señal que transmite, modificando el tono de voz, agregando emoticones en un mensaje de texto, haciendo gestos visuales en una transmisión con video, por ejemplo. Así, se estaría comunicando mucho más de lo que conscientemente se pretende; se transmiten valores, creencias e ideologías. Esto resulta inherente de todo proceso educativo y de vínculo con el otro.

### 1.2.1- La comunicación unidireccional: la asimetría del que transmite

Considerando la siempre vigente teoría de la información y comunicación de Shannon y Weaver (1949), la comunicación se concibe como un proceso lineal. La clave consiste en reproducir exacta o aproximadamente en un punto, el mensaje seleccionado en el otro extremo. Levy (2000) afirma que, analizando esta teoría, lo que “viaja” de un individuo a otro no es el significado sino señales que tienen una acepción específica codificado por quien las emite. Frecuentemente el mensaje tiene sentido; éste se refiere o está relacionado con algún sistema, con ciertas entidades físicas o conceptuales, donde se debe considerar también el concepto de modelo mental tanto del emisor como del receptor. El esquema propuesto por Shannon y Weaver es el siguiente:



*Proceso de comunicación unidireccional*

Describiremos cada uno de los elementos que constituyen el modelo:

- Emisor: es el punto de partida de la transmisión del mensaje.
- Mensaje: es el conjunto de símbolos seleccionados (información) por la acción del emisor.
- Código: es el sistema de transcripción que permite enviar el mensaje en forma optimizada por un canal. El código es el conjunto de símbolos y reglas utilizados para codificar el mensaje. Las características del canal influyen en la forma de codificación, al imponer la sintaxis simbólica para que la señal puede viajar.

- Señal: es el mensaje adaptado y optimizado a las características del canal para que pueda ser transmitido de la mejor manera posible. La señal es la forma en que se transmite el mensaje a través del canal. Son unidades de transmisión discretas cuantificables y computables, sin considerar el significado ni su contenido.
- Canal: es el soporte físico por donde se transmitirá el mensaje en forma de señal.
- Ruido: es todo factor externo a la comunicación que afecta negativamente a ésta. Es lo que solemos denominar “interferencias” y hace referencia a cualquier distorsión de la transmisión de la señal que afecte a la integridad del mensaje.
- Receptor: es el punto de llegada de la transmisión e incluye la instancia decodificadora, donde se reconstituye el mensaje original.

Podríamos analizar un caso de modelo de comunicación unidireccional: alguien como tú que estás leyendo este libro (puede ser en formato impreso o digital, utilizando algún dispositivo que pueda reproducir el libro, por ejemplo, un e-reader o un dispositivo móvil como el teléfono celular que reproduce documentos digitales). El proceso de comunicación se desarrolla de la siguiente forma:

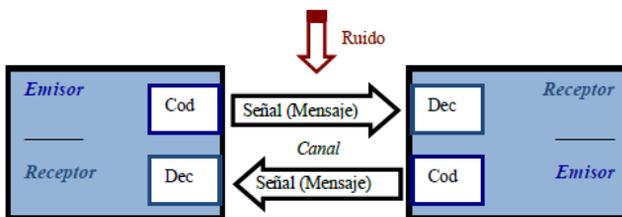
1. El emisor es el autor del libro, o sea yo, quien he creado el contenido del libro y lo materialicé en palabras e ideas.
2. El mensaje es la información contenida en este libro. Pueden ser ideas, historias, conocimientos o cualquier otro contenido que yo, en estos momentos estoy intentando transmitir.
3. El código es el idioma en el que está escrito el libro, en este caso es el español, también se podría considerar el estilo literario utilizado.
4. El canal dependerá del medio donde esté depositado el libro, es el papel si el formato es impreso o es el dispositivo que lo reproduce (e-reader, teléfono celular, computadora) si el formato es digital.

5. La señal son las palabras escritas, gráficos e imágenes que están contenidos en el libro.
6. La fuente potencial de ruido podría ser distracciones externas (ruido, interrupciones), fatiga visual, una mala impresión del libro o incluso dificultades en la comprensión del texto debido a un lenguaje complejo (entropía alta, te espero en el Capítulo 5) o términos poco familiares.
7. El receptor eres tú, el lector del libro, ya que recibe la información transmitida mediante una interpretación y comprensión (decodificación).

En este proceso de comunicación unidireccional, yo como autor del libro estoy actuando como el emisor al transmitir este mensaje a través de un canal (página del libro). Tú, como lector, eres el receptor que decodifica el mensaje al leer el contenido del libro. La comunicación fluye en una sola dirección, sin la posibilidad de que el receptor pueda entablar una consulta u opinión (retroalimentación) con el emisor, por lo menos, por el mismo medio.

### 1.2.2.- La comunicación bidireccional: el diálogo simétrico

Un caso más complejo en el proceso de comunicación se presenta cuando el emisor también puede recibir un mensaje, en este caso, los roles de emisor y receptor se intercambian alternadamente.



*Proceso de comunicación bidireccional*

En una comunicación bidireccional, existe un mismo nivel jerárquico entre el emisor y receptor. Un ejemplo de comunicación bidireccional sería el siguiente: un estudiante le realiza una consulta al docente

utilizando un sistema de mensajería que provee una aplicación del teléfono móvil. En este caso, los elementos que constituyen el proceso de comunicación quedan establecidos de la siguiente manera:

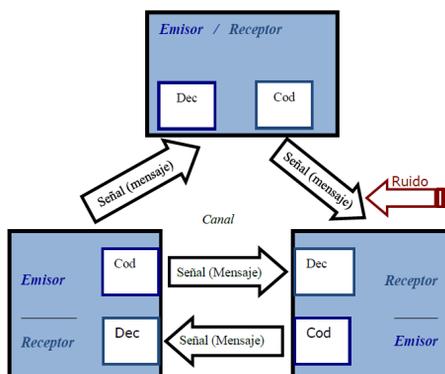
1. El emisor es el estudiante que es quien toma la iniciativa al solicitar una consulta, que se transformará en receptor cuando el docente, como emisor le responda la inquietud.
2. El mensaje es la información específica que el estudiante quiere comunicar al profesor, puede ser una pregunta, duda o la verificación de la resolución de una situación problemática proveniente de una consigna de trabajo.
3. El código es el idioma español establecido y las convenciones de comunicación utilizadas en la aplicación de mensajería.
4. El canal es el sistema de mensajería del teléfono móvil, donde el docente y los estudiantes pueden interactuar en tiempo real.
5. La señal es el texto escrito o imagen que el estudiante envía al profesor a través de la aplicación de chat. También podría ser un audio, en caso que se transmita un mensaje de voz.
6. La fuente potencial de ruido podría ser una conexión inestable a Internet, errores de escritura que dificulten la comprensión del mensaje, o incluso, la posibilidad de que los estudiantes reciban notificaciones de otros mensajes o aplicaciones que distraigan su atención o estén realizando otras actividades en forma paralela.
7. El receptor es el docente que reciben la información (consulta) del estudiante, que luego se transformará en emisor cuando responda el requerimiento.

En este caso de comunicación bidireccional, en primaria instancia, el estudiante actúa como el emisor al enviar su consulta al docente a través de la aplicación del móvil. El docente, a su vez, es el receptor que interpreta

el mensaje al leerlo. La comunicación fluye en ambas direcciones, ya que luego, el profesor responderá la consulta del estudiante por el mismo medio (aplicación del móvil), convirtiéndose ahora en emisor y el estudiante será receptor, permitiendo así una interacción bidireccional.

### 1.2.3- La comunicación multidireccional: simetría para todos

El proceso de comunicación también se puede presentar en un sentido multidireccional donde, generalmente hay un emisor y varios receptores y ese rol se puede cambiar en cualquier momento. De esta manera, implica una transmisión de un mensaje, que se transforma en una conversación cuando esas entidades tienen la misma jerarquía y la transmisión se puede realizar en todos los sentidos (multidireccional) posibles.



*Proceso de comunicación multidireccional*

Un caso de comunicación multidireccional se presenta en un debate sobre un tema propuesto por el docente, quien toma la iniciativa utilizando el foro en el aula virtual. En este caso, los elementos que constituyen el proceso de comunicación se distribuyen en los siguientes roles:

1. El emisor es inicialmente el docente planteando el tema a debatir en el foro, publicando una pregunta disparadora, por ejemplo. Luego cualquier estudiante puede participar del debate tomando el rol de emisor para poder transmitir un mensaje. Cada uno de estos aportes tiene perspectivas, argumentos y opiniones particulares que desean compartir en el foro de debate, lo que puede permitir diversos tipos de

retroalimentaciones.

2. El mensaje es la información específica que cada participante desea transmitir durante el foro de debate. Pueden ser argumentos, datos, referencias y puntos de vista relacionados con el tema de discusión.
3. El código es el idioma español y las convenciones de comunicación en la plataforma del foro.
4. El canal es el foro de debate del aula virtual donde los participantes pueden interactuar y responder a los mensajes escritos por otros.
5. La señal es el texto escrito por cada participante al publicar sus comentarios y respuestas. También podría ser una imagen.
6. La fuente potencial del ruido podría ser comentarios irrelevantes o fuera de tema, malentendidos en la redacción, o incluso el uso inadecuado de lenguaje que dificulte la comprensión del mensaje.
7. Todos los participantes son potenciales receptores, ya que son susceptibles de leer los comentarios y respuestas publicados por el emisor ocasional.

En el proceso de comunicación multidireccional, todos los participantes en el foro de debate pueden enviar y recibir mensajes. Cada uno es emisor y receptor casual al expresar sus ideas y al leer y considerar las opiniones de los demás. El foro es un canal que facilita esta comunicación multidireccional a distancia, y todos los participantes decodifican y comprenden los mensajes escritos por otros. A pesar del posible ruido, proporciona un espacio para un intercambio enriquecedor de conocimientos, perspectivas y debate sobre el tema en cuestión, promoviendo el análisis crítico y el afianzamiento de conceptos y puntos de vista.

### ***Un canal multidireccional pero unidireccional ipso facto***

*Si bien ciertos canales permiten la comunicación multidireccional, siempre depende de la metodología y de la configuración de la modalidad de trabajo de los emisores/receptores de poder enviar y recibir información respectivamente.*

*Recuerdo mi primera clase presencial de física, era un anfiteatro colmado en la universidad con capacidad para 300 estudiantes, la clase la dictaba un profesor que era una eminencia, sin embargo, mientras hacía su declamación cuidadosamente planificada, nunca fue interrumpido por ningún estudiante, lo que me pareció curioso, luego me enteré que el profesor tenía problemas de audición, por lo tanto, estaba “prohibido” interrumpirlo. Un escenario presencial sincrónico donde estaba habilitado un canal multidireccional, la comunicación que se producía era simplemente unidireccional por la característica particular que presentaba el emisor.*

De acuerdo a la configuración que tienen los canales de comunicación, éstos pueden admitir distintos tipos de comunicación, lo que es fundamental para permitir una gran variedad de interacciones entre los diversos componentes del escenario de aprendizaje, que es el tema que se trataremos en el próximo capítulo.

# Capítulo 2

## Interacciones en los escenarios interactivos de aprendizaje

### 2.1.- Las interacciones: un menú de intercambios de información

El término escenario lleva implícito el concepto de espacio desde un significado amplio, es el lugar donde hay una escenografía, se representan roles, siguiendo un guion y donde se exponen diversos elementos que confluyen y se relacionan para que sucedan cosas, con el objetivo de promover condiciones favorables para el proceso de comunicación e interacción. Un escenario es el ámbito donde tienen lugar estas interrelaciones, no solo abarca la infraestructura o la plataforma, sino también las dinámicas, herramientas, recursos y actividades que allí se llevan a cabo. En este punto, la interacción toma relevancia, ya que, en todo marco educativo, las oportunidades de intercambios que admiten los canales son claves para implementar estrategias de diseño de estos escenarios de aprendizaje que permitan el acceso a la información (contenidos y acceso a diferentes tipos de información) y comunicación (entre todos los participantes de la clase).

En este sentido, la incorporación de la tecnología ha cambiado el concepto de comunicación y las formas en que interactúan las personas, donde se ha equiparado el nivel jerárquico que se establece entre el emisor y el receptor, como también, en el concepto de comunicación educativa. Como mencionan Cabero y Llorente (2007), tales cambios se están estableciendo en diferentes direcciones y sentidos como la ubicación espacial donde pueden estar los participantes de una clase, los tiempos de intervención, la tipología de lenguajes que pueden presentar, o las herramientas que pueden utilizar para comunicarse.

Desde esa perspectiva, surge el concepto de interactividad, Estebanell (2002) la define como una característica intrínseca que presentan los materiales 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.

La interactividad surge con las posibilidades de intervención que ofrece un medio, si los docentes y estudiantes pueden alterar el diseño original que presenta ese entorno, de alguna manera se está afirmando que ese escenario es potencialmente interactivo; desde una perspectiva del diseño de estos entornos Squires (1999) la denomina “delegated subversion” (alteración delegada).

Por lo tanto, se pueden realizar un análisis de las interacciones desde diferentes perspectivas como la función de los agentes, la direccionalidad y su comportamiento con respecto al tiempo. Esto nos permitirá identificar las características interactivas que presentan los canales de los diferentes recursos que pueden estar presentes en un ambiente de aprendizaje.

### **2.1.1.- Interacciones en función de los agentes o elementos**

Estas interacciones que se producen en un escenario de aprendizaje pueden ser analizadas en términos del rol que tienen los agentes que participan en el proceso, Moore (1997) propuso por primera vez en su Teoría de la distancia transaccional tres formas de interacción en educación a distancia: estudiante-estudiante, estudiante-docente y estudiante-contenido. Con el avance tecnológico, Anderson y Elloumi (2008) agregaron nuevas intervenciones. De esta manera, quedan descritas todas las interacciones que se pueden producir en un ambiente interactivo de aprendizaje:

a) Interacción estudiante-estudiante: considera las tareas involucradas en el trabajo colaborativo, la intervención entre pares es fundamental para el desarrollo de comunidades de aprendizaje, que permiten a los estudiantes desarrollar habilidades interpersonales e investigar cuerpos tácitos de conocimiento compartidos por miembros

de la comunidad, así como el estudio en el currículo formal.

b) Interacción docente-estudiante: surge de una variedad de procesos de comunicación (asíncrona y síncrona) y formatos (texto, audio y vídeo). La propuesta actual de las mejores prácticas reconoce que el flujo de la comunicación sea mucho menos centrado en el docente, convirtiéndose éste en un facilitador, produciendo la aparición de un mayor compromiso de aprendizaje y participación por parte de los propios estudiantes.

c) Interacción estudiante-contenido: los sitios webs son compatibles con estas formas más pasivas de intervención estudiante-contenido, donde el hipervínculo es fundamental para permitir este tipo de interacciones. Pero también ofrece nuevas opciones más interactivas, como la inmersión en microambientes 3D, ejercicios en laboratorios virtuales, el uso de simuladores, el diálogo establecido con un chat basado en Inteligencia Artificial (IA) y tutoriales en línea asistido por computadora en diferentes formatos.

d) Interacción contenido-contenido: es una nueva forma de intervención en donde el contenido puede interactuar con otras fuentes de información automatizadas para actualizarse constantemente y adquirir nuevas capacidades, a través de la vinculación con otras fuentes de contenido. En este caso, también la IA está presente, ya que, ante un requerimiento específico de una información, se puede realizar una trazabilidad del flujo de contenidos que provee el sistema.

e) Interacción docente-contenido: el docente, como curador de contenidos no solo recopila material, sino que también lo organiza de forma lógica y estructurada. Esto implica etiquetar, catalogar, jerarquizar y presentar los materiales de manera de facilitar el acceso y el uso del mismo a los estudiantes. También se enfoca en la creación de contenidos, así como objetos de aprendizaje, unidades de estudio y actividades asociadas al aprendizaje. Aquí los chats de IA pueden ser útiles como reservorio y manipulación de información y contenidos. Los materiales tienen un rol importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje, sobre todo en educación a distancia y sus modalidades cercanas, ya que flexibilizan las actividades y los vínculos que se dan en la clase.

f) Interacción docente-docente: crea la oportunidad para sostener a los docentes mediante el desarrollo profesional y soporte de comunidades de apoyo. Estas intervenciones animan a los docentes para aprovechar el crecimiento y descubrimiento del conocimiento, en su propia área temática y dentro de una comunidad académica específica participativa.

### **2.1.2.- Interacciones en función de la direccionalidad**

Desde la perspectiva de la orientación comunicativa, donde se considera el sentido y dirección de la transmisión del flujo de la información, se propone las siguientes interacciones que se pueden presentar en un escenario de aprendizaje (Lara, 2022):

a) Interacción unidireccional: este tipo de intervención solo afecta a uno de los agentes que participa en el proceso de comunicación, no se produce un diálogo, ya que el mensaje se transmite en un solo sentido. No hay retroalimentación, se presenta en el caso de un vídeo grabado en línea, el docente presenta una lección en vídeo y lo sube a una plataforma de aprendizaje (aula virtual, por ejemplo) para que los estudiantes lo observen cuando lo crean conveniente. La comunicación fluye en una sola dirección, ya que el docente no está presente en tiempo real para interactuar (por ejemplo, para responder a posibles consultas en el momento que observan el vídeo) con los estudiantes.

b) Interacción bidireccional: en este caso la intervención se establece entre dos agentes 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 una sesión de preguntas y respuestas en una clase donde el docente presenta un tema determinado y, al final, 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 este responde proporcionando explicaciones o ejemplos adicionales, si lo cree necesario.

c) Interacción multidireccional: es similar a la bidireccional, pero pueden intervenir en el proceso más de dos agentes, estableciéndose un diálogo entre todos los participantes 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. En el caso de las interacciones multidireccionales son más complejas que en los casos anteriores ya que por el mismo canal pueden contribuir todos los participantes de la clase o un grupo de ellos, lo que hace necesario que el docente presente “reglas de trabajo” y realice un seguimiento continuo de la actividad, mediante intervenciones adecuadas para mantener el espacio organizado.

### **2.1.3.- Interacciones en función del tiempo**

El tiempo es una de las dimensiones fundamentales de nuestra existencia, nos da una noción acerca de la duración y secuenciación de los acontecimientos y los cambios que se produjeron. También da la idea de irreversibilidad de algunas cosas que no se pueden cambiar por el sentido ineludible que lleva la flecha del tiempo. Es además una construcción social, ya que lo consideramos para organizar nuestras vidas, experiencias y anhelos. De igual forma nos proporciona una sensación de subjetividad, ya que puede modificarse de acuerdo al contexto personal. Por ejemplo, la percepción del tiempo puede pasar más rápida cuando estamos disfrutando de una actividad que nos gusta o cuando estamos concentrados en una tarea en la que estamos motivados. Sin embargo, el tiempo puede pasar más lento cuando estamos desconcentrados o cuando estamos pendientes de alguna situación que no es agradable.

Por esta razón, la ubicuidad y la simultaneidad son dos tendencias que están transformando la forma en que utilizamos los artefactos. Estas preferencias están haciendo que la tecnología sea más accesible y más fácil de usar, lo que nos permite ser más productivos y eficientes en el trabajo y aprovechar mejor nuestro momento de ocio. En este sentido, la modalidad temporal en que se desarrolla las actividades en un escenario

de aprendizaje está definida por la planificación estratégica que propone el docente, donde establece los criterios de diseño de este espacio y los canales disponibles. Pudiendo sufrir variaciones porque el proceso de enseñanza es flexible y susceptible a las estimulaciones del contexto, pero siempre es mejor planificar contemplando objetivos claros, esto se analizará con profundidad en el Capítulo 6.

Se muestra a continuación los dos tipos de interacciones que se pueden producir en función del tiempo:

a) Interacción sincrónica: hace referencia a la comunicación en tiempo real, donde los participantes pueden interactuar simultáneamente. En este tipo de comunicación, los mensajes son enviados y recibidos en el mismo momento o en un intervalo de tiempo muy cercano. Algunos ejemplos de comunicación sincrónica son las conversaciones cara a cara, las videoconferencias, las llamadas telefónicas y los chats en tiempo real. La comunicación sincrónica permite una respuesta inmediata y facilita la interacción en tiempo real entre los participantes.

b) Interacción asincrónica: se refiere a la comunicación que no ocurre en tiempo real y en la cual los participantes pueden interactuar de manera diferida. La comunicación asincrónica permite a los participantes enviar mensajes en momentos diferentes y responder a su propio ritmo. Se pueden leer y responder a los mensajes en el momento que crea más conveniente, lo que resulta una interacción que flexibiliza el proceso de comunicación. Como afirma Bellomo (2023), las mediaciones asincrónicas constituyen una forma de presencia latente, tienen una potencialidad comunicativa y conectiva que sólo se despliega cuando se la usa. Algunos ejemplos de comunicación asincrónica incluyen canales como los correos electrónicos, los foros de debate, el servicio de mensajería, los comentarios en blogs y los mensajes en redes sociales.

En definitiva, el tiempo nos proporciona un panorama temporal en la secuenciación de la presentación de canales en un espacio interactivo, y, por otro lado, nos da un marco de referencia con respecto al comportamiento de la entropía, tema que será analizado en el Capítulo 5.

## 2.2.- El Escenario Interactivo de Aprendizaje

El carácter transdisciplinario de este trabajo se basa justamente en la estructura compleja que presentan estos espacios interactivos, como lo expresa Morin (1999) “los desarrollos disciplinarios de las ciencias no sólo aportaron las ventajas de la división del trabajo, también aportaron los inconvenientes de la superespecialización, del enclaustramiento y de la fragmentación del saber. No produjeron solamente conocimiento y elucidación, también produjeron ignorancia y ceguera” (p. 15). Por consiguiente, incorporando principios y conceptos teóricos provenientes de diversas disciplinas y teorías como la física, la química, la teoría de los sistemas, la teoría de la información entre otras, se busca abrir una nueva perspectiva de análisis de los entornos educativos interactivos.

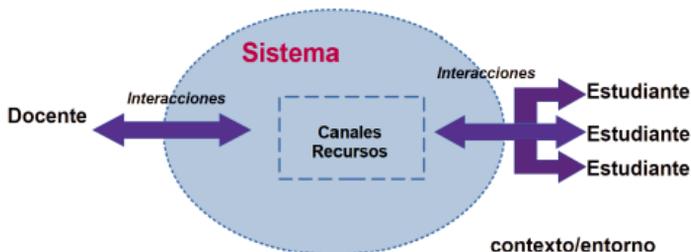
Cabe decir que todas las intervenciones que se realizan en un ambiente de aprendizaje precisan de un espacio donde puedan interactuar el docente con los estudiantes y puedan acceder a contenidos, materiales y realizar actividades; se propone el concepto de Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA) como aquel espacio donde se realizan distintas interacciones para promover estrategias de enseñanza y aprendizaje (Lara, 2017 y Lara, Rizo y Ariza, 2018). En el EIA se presentan canales 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 y el contexto donde se llevará a cabo las intervenciones.

El EIA es la estructura, los cimientos donde se creará el ambiente donde el docente implementará actividades, presentará contenidos, atenderá las consultas y llevará a la práctica todas las estrategias planteadas en su planificación didáctica. Del mismo modo, en este mismo espacio, el estudiante podrá crear su propio espacio personal, acceder a materiales y recursos que le permita acceder a diferentes fuentes de información y también en diversos formatos, como también, realizar consultas al docente o a otro compañero o debatir en forma grupal.

Cabe aclarar que el espacio puede ser un ámbito donde todos los participantes de la clase participan en forma presencial como un aula tradicional o pueden intervenir a distancia como un aula virtual u otras herramientas y recursos (como videoconferencias, clases a distancia,

foros de debate) que permiten este tipo de interacciones.

El EIA es, en consecuencia, un sistema multicanal de comunicación y acceso a la información (como foros de debate, mensajería privada o grupal, mensaje por redes en diferentes formatos, contenidos y actividades). Al estudiar el EIA (Figura 1) se considera los siguientes elementos de análisis:



*El Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA).*

a) Interacciones: contemplan aquellas intervenciones que se producen en un ambiente interactivo: interacciones docente-estudiante, estudiante-estudiante, estudiante-contenido, docente-contenido, docente-docente y contenido-contenido.

b) Canales: se consideran aquellos que están incluidos en el entorno interactivo que permiten establecer las interacciones mencionadas. Estos canales permiten acceder a los siguientes recursos/canales:

*Comunicación:* mediante el empleo de mensajería por diferentes medios, chat, foros y videoconferencia, entre otros.

*Contenidos e información:* como materiales impresos, herramientas como hipervínculos a documentos digitales, sitios webs, videos, audios y material multimedia.

*Actividades:* como exámenes, cuestionarios, foros de debate, wiki, trabajos monográficos, glosarios.

Relacionando el concepto de canales de comunicación con las distintas perspectivas teóricas del aprendizaje, se puede concluir que, en un enfoque conductista, los canales se utilizan eminentemente para la transmisión unidireccional de información, con un énfasis en la presentación de contenidos y retroalimentación directa, podrían ser

analizados como medios de entrega de instrucciones o retroalimentación en un modelo de enseñanza centrado en el docente. Por ejemplo, en un curso a distancia, se podrían emplear videos instructivos, correos electrónicos o mensajes unidireccionales para proporcionar información y evaluación.

En cambio, desde el punto de vista constructivista, los canales se emplean como herramientas para facilitar la construcción activa del conocimiento por parte de los estudiantes, para fomentar la interacción, el debate y la colaboración entre los participantes. En este caso, los canales bidireccionales, como foros de discusión, videoconferencias, chats grupales, permiten la co-construcción del conocimiento y el intercambio de ideas.

Por último, desde la mirada del conectivismo, los canales se conciben como un medio para acceder a una red de información y expertos, se utilizan para la conexión con comunidades, la creación de redes y la exploración de fuentes diversas de conocimiento. Las redes sociales, los entornos de aprendizaje en línea, los blogs, entre otros, son canales que permiten acceder a la información y el aprendizaje distribuido.

c) Contexto y entorno: el término contexto describe al conjunto de circunstancias que influyen en el sistema, proporciona el marco de referencia en el que se desarrolla. Puede referirse, por ejemplo, a los factores socioeconómicos, históricos, políticos, culturales y geográficos que rodean a una escuela. En cambio, el concepto de entorno expone un conjunto de elementos externos (condiciones físicas y naturales) que interactúan con un sistema. Considerando al aula como sistema, el entorno puede ser la infraestructura disponible, la planificación, las interacciones entre los estudiantes y el docente, los rasgos particulares que constituye el docente y estudiante, las características que presenta el ambiente institucional y los aspectos que hacen referencia a la estructura curricular de la asignatura.

Por lo tanto, con una adecuada organización y configuración de los canales y con una apertura apropiada del sistema, el EIA puede crear las oportunidades para que se puedan llevar a cabo las intervenciones necesarias, para eso dependerá del nivel de coherencia entre las estrategias, planificación y acciones tanto del docente como del estudiante para lograr el objetivo.

Un ejemplo de EIA es el aula física que está en la escuela, con un

lugar fijo, donde se dispone de asientos para los estudiantes, una pizarra, marcadores, borrador, escritorio para el docente, lápices, cuadernos, entre otros elementos.

La característica que diferencia la educación a distancia y sus variantes (híbrida, expandida, remota y a distancia) con respecto a la modalidad presencial, es que precisa necesariamente de algún medio para que se pueda llevar a cabo. En consecuencia, los dispositivos tecnológicos expanden esas interacciones para que se puedan realizar más allá de un espacio y tiempo específico. Así, se podría mencionar al aula virtual, un entorno donde el docente y los estudiantes interactúan, y dispone de diversos recursos como mensajería personal y grupal, foros de anuncios y debates, donde todos los participantes de la clase pueden intervenir, materiales en diversos formatos para acceder a contenidos e información del curso y herramientas que permiten realizar actividades como cuestionarios y presentación de trabajos monográficos.

Es así que toma relevancia en el diseño de los EIA la presencia de recursos que permiten interacciones, ya que ésta es la vía para que se produzcan las retroalimentaciones necesarias. Los recursos permiten las potenciales interacciones, proveen la condición necesaria, pero no suficiente para que se produzcan con éxito el intercambio de flujo de información. Son los aportes del docente y de los estudiantes quienes definirán la calidad y las características de las interacciones.

### **2.3.- Ejemplos de interacciones y canales en escenarios presenciales y a distancia**

Si hacemos una mirada retrospectiva, los conceptos de proceso de comunicación, interacciones y canales (con sus respectivos recursos) fueron presentados sin considerar la modalidad de cursado, lo que se concluye que pueden ser aplicados a cualquiera de ellas.

De esta manera, para realizar un análisis más descriptivo, se clasificaron los canales según la función que pueden llevar a cabo en un EIA: están aquellos que permiten la comunicación entre todos los participantes de la clase, otros que admiten el acceso a contenidos y, por último, los que facilitan la realización de actividades. Cabe resaltar que esta clasificación no es taxativa, ya que algunos de ellos pueden ser lo suficientemente versátiles para poder abarcar más de una función, eso lo definirá la configuración y la metodología que lleve a cabo el docente.

Se presenta a continuación, un ejemplo de las interacciones, canales y recursos que podrían estar presente en una clase presencial y una a distancia (utilizando un aula virtual).

### **2.3.1.- Aula presencial (sincrónica/asincrónica)**

Al aula física presencial se la puede considerar como un sistema sincrónico que tiene múltiples funciones, que van mutando de acuerdo a las estrategias que proponga el docente y de los recursos auxiliares que se dispongan (cuaderno, libro, lápiz, regla, pizarra, marcadores, entre otros). La combinación de canales de comunicación, acceso a contenidos y actividades crea un ambiente de aprendizaje potencialmente interactivo y dinámico, donde los estudiantes tienen múltiples oportunidades para participar, aprender y colaborar con sus compañeros y profesores. La práctica educativa presencial se realiza en un único espacio físico (aula) multicanal por lo que todas las interacciones serán sincrónicas y muy a menudo, un mismo recurso puede tener múltiples funciones. Sin embargo, hay que considerar que en esta modalidad también existen los trabajos diferidos en el tiempo que pueden tener los estudiantes (las inoxidables tareas para el hogar) que tienen características asincrónicas.

Se describirán algunos canales que se pueden presentar en una clase presencial según la función que realiza:

a) Canal de comunicación: considera las interacciones entre el docente-estudiante y estudiante-estudiante, en cuanto a la direccionalidad dependerá de la dinámica de la clase, pueden presentarse interacciones unidireccionales (cuando el docente está presentando un tema, por ejemplo), puede cambiar a bidireccional y multidireccional cuando se establece un diálogo entre el docente y un estudiante o un grupo de estudiantes, respectivamente. Con respecto al marco temporal es eminentemente sincrónico ya que todas las interacciones se realizan en un mismo tiempo (horario de clase). Se pueden mencionar los siguientes:

1. El sonido que se propaga en el aula: es el principal canal de transmisión de información, los estudiantes y el docente pueden comunicarse directamente a través de conversaciones orales cara a cara mediante la voz. Esto incluye exposiciones temáticas, preguntas, respuestas, discusiones y debates que suceden en tiempo real.
2. Pizarra/pantalla: en algún momento, el docente puede utilizar una pizarra física o una pantalla interactiva para explicar conceptos, realizar

ejemplos y visualizar información importante. Los estudiantes también pueden participar escribiendo o dibujando en la pizarra planteando sus dudas o realizando una consulta.

b) Canal para acceder a contenidos e información: expone interacciones docente-contenido, estudiante-contenido y contenido-contenido. De acuerdo a la configuración, son generalmente interacciones unidireccionales ya que permite el acceso a la información y contenidos en diferentes formatos multimedia y son de carácter sincrónico (si los contenidos solo están disponibles en el aula en el horario de clase) o asincrónico (si se pueden acceder fuera del ambiente escolar en cualquier momento).

Sin embargo, se debe considerar que en la actualidad algunas de estas herramientas pueden tener características bidireccionales, como los chats de IA, donde se ofrece contenidos adaptados y de diversas fuentes de acuerdo a la solicitud (prompt) que realice el usuario en tiempo real, produciéndose un verdadero diálogo hombre-máquina (experto).

Se pueden indicar los siguientes recursos:

1. Papel (libros y material impreso): los estudiantes pueden acceder a contenidos instruccionales a través de libros de texto, cuadernos de ejercicios y otros materiales impresos proporcionados por el docente.
2. Sonido (voz)/pizarra/pantalla: el docente puede hablar o usar proyectores o dispositivos electrónicos para mostrar presentaciones con contenido visual, como diapositivas, imágenes y videos, que enriquecen la experiencia de aprendizaje.
3. Artefactos reproductores de contenidos interactivos (computadoras, dispositivos móviles): los estudiantes pueden utilizar recursos educativos en línea, como sitios web, recursos IA, plataformas de aprendizaje, videos educativos y simuladores, utilizando una computadora o cualquier otro dispositivo portátil.

c) Canal para realizar actividades: generalmente son canales que establecen un diálogo bidireccional docente-estudiante y estudiante-contenido. La función de estos recursos es acceder al contenido de la actividad y recibir la retroalimentación del docente; generalmente son bidireccionales y pueden ser sincrónicos o asincrónicos, de acuerdo a la configuración que se establezca. Entre los canales que realizan esta

función se pueden citar los siguientes:

1. Sonido (voz)/pizarra/pantalla: para realizar actividades individuales o en grupos los estudiantes pueden trabajar en grupos para resolver problemas, realizar debates, desarrollar proyectos colaborativos o participar en juegos de rol utilizando algunos de estos elementos.
2. Papel: cuestionarios, exámenes y otras actividades de evaluación para realizar prácticas y ejercicios numéricos en el aula, el profesor puede proporcionar guías de trabajo o ejercicios prácticos que los estudiantes resuelven individualmente o en grupos durante la clase.
3. Artefactos reproductores de actividades: para realizar actividades de simulación o cuestionarios interactivos disponibles en las aplicaciones del celular, el docente puede llevar a cabo demostraciones prácticas, juegos, cuestionarios interactivos o experimentos en el aula utilizando algún dispositivo que reproduzca estas tareas.

En resumen, se presentan la siguiente tabla donde se muestran los recursos y canales utilizados, la función que cumplen, ejemplos de interacción y las características que presentan considerando el proceso de comunicación en un instante determinado en una clase presencial:

Función	Recurso/canal	Interacciones	Ejemplo de interacción	Análisis de direccionalidad	Análisis temporal
Comunicación	Sonido (voz) pizarra/pantalla	Docente- estudiante	El estudiante le hace una consulta al docente.  El docente le realiza una sugerencia al estudiante.	Bidireccional	Sincrónico
		Estudiante- estudiante	Un estudiante colabora aclarando una consulta del compañero.	Bidireccional	
		Docente- estudiante Estudiante- estudiante	Todos los participantes pueden intervenir planteando dudas, consultas y realizando aportes.	Multidireccional	
Contenidos	Material impreso/ libro	Estudiante- contenido	El estudiante lee un manual en formato impreso.	Unidireccional	Sincrónico
	Dispositivo reproductor de contenido interactivo (celular, computadora)	Estudiante- contenido	El estudiante observa un video en una aplicación del celular.	Unidireccional	Sincrónico
	Sonido (voz)/pizarra/pantalla	Docente- estudiante	El docente realiza una presentación oral de un tema.	Unidireccional	Sincrónico
	Chat IA	Estudiante- contenido	El estudiante hace una consulta a un agente IA sobre un tema. Y éste le responde.	Bidireccional	Sincrónico

Función	Recurso/canal	Interacciones	Ejemplo de interacción	Análisis de direccionalidad	Análisis temporal
Actividad	Sonido (voz/pizarra/pantalla)	Docente-estudiante	El docente escribe en la pizarra planteando la consigna de trabajo. El estudiante resuelve un problema respondiendo oralmente.	Bidireccional	Sincrónico
	Papel	Estudiante-contenido Estudiante-docente	El estudiante realiza un examen escrito individual en papel. El docente le proporciona una retroalimentación de acuerdo al trabajo realizado.	Bidireccional	Sincrónico
		Estudiante-Estudiante Estudiante-contenido Estudiante-docente	Los estudiantes hacen un trabajo grupal de investigación y deben presentar un documento escrito en papel. El docente realiza una retroalimentación sobre la tarea realizada.	Multidireccional	Sincrónico/asincrónico
	Dispositivo reproductor de actividad (celular, computadora)	Estudiante-contenido Estudiante-docente	El estudiante hace una actividad utilizando una aplicación del celular en la clase (por ejemplo, un cuestionario). El docente realiza una retroalimentación al trabajo realizado.	Bidireccional	Sincrónico

Estos canales y actividades en el aula presencial permiten una interacción inmediata entre estudiantes y el docente, ya que integra diversos recursos definidos por canales que prioriza la característica de ser sincrónicos y en un espacio físico determinado.

### 2.3.2.- Aula virtual (a distancia, asincrónica/sincrónica)

El aula virtual es un ambiente accesible a través de Internet donde el docente y los estudiantes pueden interactuar y acceder a contenidos, actividades y recursos. También es un sistema multicanal, donde dispone de una diversidad de recursos disponibles para producir interacciones sin restricciones de espacio y tiempo. Se pueden mencionar los siguientes canales que se pueden presentar:

a) Canal de comunicación: hacen referencia a aquellos que permiten las interacciones docente-estudiante y estudiante-estudiante, son utilizados para realizar consultas entre el docente y los estudiantes,

aportar opiniones, realizar trabajos colaborativos y para la distribución de los materiales didácticos. El diálogo establecido es espontáneo y se puede presentar tanto en forma asincrónica como sincrónica. De acuerdo a la configuración, admiten interacciones unidireccionales, bidireccionales y multidireccionales. Se pueden sugerir los siguientes canales:

1. Videoconferencia
2. Foros de debate
3. Sistema de mensajería
4. Chat
5. Correo electrónico o mensajería personal por el aula virtual

En definitiva, el análisis de la direccionalidad lo ofrece el recurso, el docente puede configurarlo para que pueda limitar ciertas características de acuerdo a las estrategias que proponga.

b) Canal para acceder a contenidos e información: son aquellos que admiten el acceso a material de estudio y otras fuentes de información, incluyen las interacciones docente-contenido, estudiante-contenido y contenido-contenido. Estos soportes se caracterizan por tener una memoria artificial donde se almacenan los contenidos y es eminentemente asincrónico.

Pueden presentarse de la siguiente forma:

1. Repositorio de documentos (guías de estudio, material instruccional en formato digital)
2. Repositorio de videos grabados, imágenes y audios.
3. Chat IA
4. Calendario y agenda
5. Informe de seguimiento (analítica de recursos)

c) Canal para realizar actividades: se contempla las tareas que pueden realizar los estudiantes tanto en forma individual como grupal, admiten distintos procesos de evaluación (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación). Incluye las interacciones docente-estudiante,

estudiante-estudiante y estudiante-contenido; son intervenciones bidireccionales, ya que al realizar estas tareas se contempla la retroalimentación por parte del docente. Algunos ejemplos de estos recursos son los siguientes:

1. Cuestionario/encuesta
2. Wiki/documentos colaborativos en línea
3. Tareas (envío de documentos como monografía, reseña y resumen)
4. Glosario

La función que tienen los recursos incluidos en el aula virtual no depende solamente de sus características tecnológicas, puede suceder que alguno de ellos sea lo suficientemente versátil para que trabaje de diferente manera, lo que implica subvertir su funcionamiento (permiten diversos tipos de configuraciones) para admitir diversas funcionalidades, direccionalidad y tipos de interacciones. En este caso, las acciones que realice el docente al configurar un recurso pueden potenciar o limitar sus características según su criterio. Un caso puntual es el foro de debate, puede ser una simple fuente de información sin posibilidades de participar o comentar (canal unidireccional), como un tablón de anuncio del docente. O puede permitir la intervención de todos los participantes de la clase para debatir sobre un tema determinado (canal multidireccional).

Función	Recurso/canal	Interacciones	Ejemplo de interacción	Análisis de direccionalidad	Análisis temporal
Comunicación	Videoconferencia	Docente-estudiante Estudiante-estudiante	Clase remota donde se establece un diálogo entre todos los participantes.	Multidireccional	Sincrónico
	Foro de debate	Docente-estudiante	El docente plantea una pregunta disparadora para debatir.	Multidireccional	Asincrónico
		Estudiante-estudiante Docente-estudiante	Los estudiantes participan debatiendo los aportes de otros compañeros. El docente interviene orientando la discusión.		
	Chat	Docente-estudiante Estudiante-estudiante	El estudiante le hace una consulta al docente o a otro compañero o a un grupo.	Bidireccional/Multidireccional	Sincrónico
Sistema de mensajería	Docente-estudiante Estudiante-estudiante	El docente informa sobre alguna novedad. El estudiante le realiza una consulta al docente, a otro compañero o a un grupo.	Bidireccional/multidireccional	Asincrónico	

<b>Función</b>	<b>Recurso/canal</b>	<b>Interacciones</b>	<b>Ejemplo de interacción</b>	<b>Análisis de direccionalidad</b>	<b>Análisis temporal</b>
Contenidos	Repositorio de materiales digitales (libros, videos y otros materiales de estudio)	Estudiante-contenido	El estudiante lee u observa un material digital realizado o curado por el docente.	Unidireccional	Asincrónico
	Calendario/agenda	Estudiante-contenido	El estudiante lee las próximas actividades y eventos del curso.	Unidireccional	Asincrónico
	Chat IA	Estudiante-contenido	El estudiante dialoga con un agente inteligente (experto) sobre un tema.	Bidireccional	Sincrónico
Actividad	Cuestionario/encuesta	Estudiante-contenido	El estudiante lee el contenido de la consigna de trabajo y las preguntas. Indaga materiales.	Unidireccional	Asincrónico/sincrónico
		Estudiante-docente	El docente le da una retroalimentación del trabajo realizado por el estudiante. El docente puede guiar al estudiante para realizar la actividad.	Bidireccional	
	Wiki/documentos colaborativos	Estudiante-contenido	El estudiante lee el contenido, explora los materiales.	Unidireccional	Asincrónico
		Estudiante-estudiante	Los estudiantes debaten con su compañero acerca de los aportes del documento colaborativo.	Multidireccional	
		Docente-estudiante	El docente hace sugerencias y los guía.		
	Tareas (envío de documentos en diferentes formatos)	Estudiante-contenido	El estudiante realiza una exploración de material bibliográfico para el trabajo encomendado (monografía).	Unidireccional	Asincrónico
		Estudiante-docente	El docente proporciona su retroalimentación pertinente al trabajo realizado por el estudiante.	Bidireccional	
	Glosario	Estudiante-contenido	El estudiante hace una lectura de los aportes elaborados por los compañeros.	Unidireccional	Asincrónico
		Estudiante-docente	El docente le proporciona la retroalimentación correspondiente al aporte realizado por el estudiante.	Bidireccional	

*\* dependerá la modalidad que proponga el docente, puede configurarse para un día y una hora determinada o para un período de tiempo más prolongado.*

Es importante apreciar la gran diversidad de canales que presenta el aula virtual, donde, además, pueden ser configurados de diferentes maneras, según los objetivos que persigan el docente al utilizar ese recurso.

### ***Cuando más es menos***

*Proporcionar una gran cantidad de recursos en un EIA sin una planificación adecuada no siempre es recomendable, por ejemplo, disponer de varios elementos que tengan la misma función, el mismo tipo de interacciones, direccionalidad y análisis temporal puede provocar confusión (aumento de la entropía) en el estudiante ya que dispone de “canales clonados funcionalmente” y lo que resulta al final es que el estudiante no sabrá cuál de ellos utilizar para cada intervención que quiera hacer. Lo que se necesitará una intervención adicional del docente para orientarlo en el uso de estos canales.*

# Capítulo 3

## El EIA desde una perspectiva sistémica

### 3.1.- El enfoque sistémico: no todo es la suma de las partes

La tarea docente implica asumir grandes desafíos inmerso en un mundo V.I.C.A. (Volátil, Incierto, Complejo y Ambigüo), que requiere no solo la inclusión y adaptación de la tecnología, sino también la aplicación de propuestas innovadoras y efectivas para desarrollar estrategias adecuadas. Por lo tanto, la incorporación del enfoque sistémico se presenta como una alternativa para abordar la educación desde otra mirada, con una perspectiva integral y holística, ya que se contempla los diversos elementos constitutivos de una estructura que interactúan y se afectan mutuamente para cumplir una función.

En este sentido, los Escenarios Interactivos de Aprendizaje (EIA) se comprenden como sistemas, donde cada componente, como un libro, una pizarra, un foro de debate, una wiki, por ejemplo, interactúan con los estudiantes y el docente, para influirse y lograr un flujo de información significativo y sostenible.

Estamos acostumbrados a escuchar y repetir algunos términos como “sistema democrático”, “sistema inmune”, “sistema educativo” pero ¿qué es realmente un sistema? Sánchez Cerezo (1991) define al sistema como “un conjunto organizado de elementos diferenciados cuya interrelación e interacción supone una función global” (p. 480), por otro lado, Francois (1992) considera al sistema como una entidad autónoma dotada de una cierta permanencia y 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. Por ello, la Teoría General de los Sistemas (TGS) planteada por Bertalanffy no estudia a los sistemas a partir de sus elementos en forma aislada, sino tratándolos a partir de su organización interna, su función, sus

interrelaciones, su nivel jerárquico, su capacidad de adaptación y sus reglas de organización y crecimiento.

Así, una de las virtudes esenciales de la TGS es la de tratar a los sistemas, teniendo en cuenta sus relaciones con su entorno/contexto, manteniendo, además las conexiones internas y externas de sus elementos. Lo cual no puede ser separado sin destruir la esencia del mismo, es decir, su unidad. Pues, una de las ideas básicas en TGS es que el todo es más (y es otra cosa) que la suma de sus partes, porque las características constitutivas de ese todo no son explicables a partir de los rasgos de las partes aisladas o de sus elementos.

Como afirma Aguado (2004), el concepto de sistema funciona también como “modelo”, es decir, como una reproducción esquemática del objeto o fenómeno estudiado que pretende explicar y reproducir su funcionamiento. Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí que:

- a) cumple una o varias funciones,
- b) tiene una historia de variaciones de estado y
- c) mantiene una relación complementaria con un entorno o contexto que es con quien interactúa.

Bajo esta perspectiva, podríamos determinar que también el ser humano es un sistema, compuesto por muchas partes formando subsistemas, que contribuye de distinta forma para mantener su vida y todas las acciones que son necesarias: respirar, caminar, reflexionar, sentir emociones y leer, entre otras. Por ejemplo, en este momento estás leyendo estas palabras, leer un libro puede considerarse como un sistema compuesto de varios procesos y elementos que interactúan para llevar a cabo esta acción. Una descripción de los pasos involucrados en términos sistémicos sería la siguiente:

- Estímulos visuales: el proceso de lectura comienza con tu percepción visual de las palabras que estás leyendo, la información visual es capturada por los receptores en la retina de tus ojos.
- Procesamiento visual: luego, la información visual se transmite al sistema nervioso central a través del nervio óptico. En tu cerebro, se procesan los rasgos visuales de las letras, palabras y espacios de esta

página, permitiendo la identificación de caracteres individuales y la organización en palabras y frases.

- Atención y enfoque: ahora diriges la atención a estas palabras y frase específica. Tu atención selectiva es crucial para enfocarse en el contenido relevante y bloquear distracciones.
- Reconocimiento de palabras: el cerebro activa tu conocimiento previo para reconocer las palabras y su significado. Este proceso de reconocimiento de palabras se basa en el léxico y la memoria visual y semántica.
- Procesamiento lingüístico: a medida que reconoces las palabras, son decodificadas en fonemas y luego se combinan en unidades lingüísticas más grandes, como sílabas, palabras y frases.
- Comprensión semántica: después relacionas el significado de las palabras y las frases con tu propio conocimiento, experiencia y modelos mentales. Se construye una comprensión semántica única y personal de la información presentada.
- Integración de ideas: mientras avanzas en la lectura, integras las ideas presentadas en un flujo coherente de significado. Relacionas las ideas actuales con las anteriores para construir una imagen completa del contenido.
- Memoria a corto y largo plazo: la información relevante se almacena en tu memoria a corto plazo y, si es significativa (espero que sí), se traslada a la memoria a largo plazo. Esto te permitirá recordar y relacionar la información más adelante cuando sigas avanzando en la lectura.
- Procesamiento cognitivo superior: dependiendo del contenido, puedes involucrarte en procesos cognitivos más avanzados, como el análisis crítico, la reflexión y la inferencia. Esto implica aplicar el razonamiento y la lógica para sacar conclusiones y generar ideas nuevas.
- Respuesta motora: al continuar con la lectura, tus ojos realizan movimientos de fijación y sacádicos para procesar las palabras en una secuencia lineal. Además, es posible que tomes notas, subrayes o marques partes que crees importantes mientras avanzas.
- Experiencia subjetiva: A lo largo de este proceso, puedes experimentar emociones, asociaciones personales y conexiones con el contenido.

Todos los elementos considerados en el proceso de lectura están relacionados. La comprensión del lector del texto está influenciada por

sus propios conocimientos, experiencias y expectativas, así como por las características físicas del libro, el ambiente y el proceso de lectura.

En consecuencia, volviendo al análisis de un espacio interactivo de aprendizaje, el enfoque sistémico nos puede servir para:

- √ Comprender las interacciones: un EIA implica una red compleja de conexiones, la perspectiva sistémica permite comprender estas relaciones, considerando cómo cada elemento de este espacio influye en los demás. Esto ayuda a identificar las dinámicas de comunicación, su direccionalidad, el comportamiento de la entropía y las retroalimentaciones que se suceden. Al tener una visión más completa de estas interacciones, es posible diseñar y proponer canales de comunicación en un EIA acorde al contexto establecido.
- √ Analizar las retroalimentaciones: el punto de vista sistémico permite estudiar estos efectos considerando la direccionalidad del diálogo entre el docente y los estudiantes y la respuesta mediante una planificación adecuada (proalimentación).
- √ Identificar los canales de comunicación: los recursos (como contenidos, herramientas tecnológicas, actividades y consultas) disponibles en un EIA necesitan de diferentes itinerarios para poder comunicarse tanto el docente como los estudiantes. La mirada sistémica permite considerar cómo la selección estos canales pueden influir en la eficacia en el intercambio de flujo de información.
- √ Considerar el contexto y el entorno: un EIA puede estar afectado tanto por las condiciones sociales, culturales e históricas como también por el tipo de organización, infraestructura y los recursos humanos, por ejemplo. De esta manera, el enfoque sistémico ayuda a comprender cómo estos elementos se interrelacionan y cómo pueden influir el proceso de transmisión de la información y la comunicación.

En este sentido, el diseño de estos escenarios considera tanto las retroalimentaciones como las proalimentaciones, ya que son elementos claves para promover un seguimiento del proceso de interacción que existe en el sistema.

### 3.2.- Las retroalimentaciones: cuando la entrada es la salida

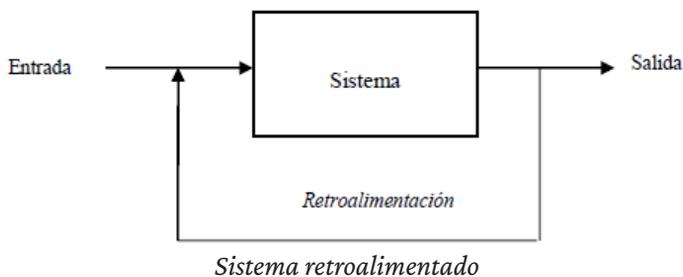
*“Hay una diferencia entre el concepto de juicio y retroalimentación, en el primero tus críticos te usan como espejo de su propia oscuridad oculta. En cambio, en el segundo tus maestros sostienen un espejo frente el tuyo”.*

***Vironika Tugaleva***

En la medida que realizamos el seguimiento de los resultados de una evaluación de un grupo de estudiantes, y con esa información tomamos una decisión, estamos haciendo una retroalimentación. En comunicación, la retroalimentación (feedback) es una señal condicionada por el canal, que indica si el mensaje se ha recibido e interpretado correctamente. Una respuesta adecuada a una acción hace posible la “homeostasis”, un concepto introducido por Warren Weaver, que hace referencia al proceso en el que un sistema tiende a mantener una estabilidad interna en respuesta a cambios o perturbaciones externas. En otras palabras, es la capacidad de un sistema para autorregularse y mantenerse en un estado deseado a pesar de influencias externas que podrían alterarlo. Esta idea proviene de la biología, donde se aplica a los sistemas vivos que regulan su ambiente interno para mantener condiciones óptimas de funcionamiento.

Entonces, la retroalimentación actúa como un mecanismo de homeostasis, cuando los estudiantes reciben una respuesta por parte del docente sobre su rendimiento, ya sea positiva o constructiva, están siendo informados sobre la discrepancia entre su nivel actual de conocimiento o habilidad y el nivel deseado. Luego, los estudiantes pueden utilizar esa información para “ajustar” su proceso de aprendizaje, dependiendo de sus propios intereses y motivaciones, pueden corregir las deficiencias y mejorar, en consecuencia, su rendimiento.

De esta manera, este concepto quebranta la idea de causalidad tradicional, en que los efectos se encadenaban de forma lineal, conduciendo inexorablemente a la descripción de procesos circulares, donde los elementos del sistema se influyen mutuamente.



La retroalimentación toma información sobre el resultado o el desempeño del sistema y la utiliza para ajustar o modificar el sistema en sí ingresando nuevamente por la entrada. Es una reacción del sistema que se regenera en forma de estímulo o la información devuelta que influye en un paso siguiente. De esta manera, es un proceso por el cual los efectos producidos por una función afectan a la ejecución misma de esa función.

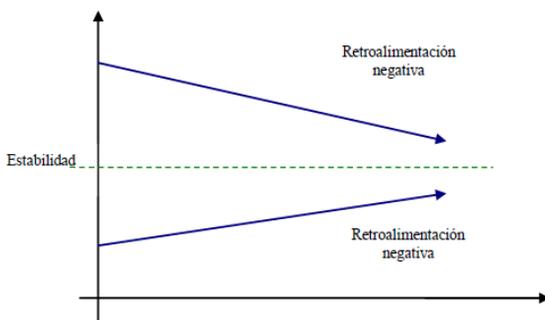
Los EIA se caracterizan por su naturaleza dinámica e interactiva, en este contexto, las retroalimentaciones juegan un papel fundamental, ya que se refieren a la información que se proporciona a los estudiantes y el progreso en los procesos que se producen. Esta información puede ser ofrecida por docentes, compañeros, o incluso por el propio sistema a través de diversas herramientas analíticas (informes de participación, rendimiento, vistas de los recursos, por ejemplo).

Cada parte de un sistema está conectada directa o indirectamente, de modo que al cambiar uno de los elementos el efecto se propaga a todos los demás, que experimentan una alteración y, a su vez, terminan afectando a la parte original. Entonces, el componente original responde a esa nueva influencia.

Por lo tanto, la retroalimentación puede ser negativa o positiva, dependiendo de cómo influya en el sistema (O'Connor y McDermott, 1998):

- **Retroalimentación negativa (o de compensación):** es aquella que mantiene un nivel organizado del sistema, lo estabiliza y lo lleva a cumplir con la misión que tiene. Se ocasiona cuando las variaciones del sistema vuelven hacia atrás para oponerse al cambio original, de forma que amortiguan el “efecto”; ese “efecto” del cambio se opone

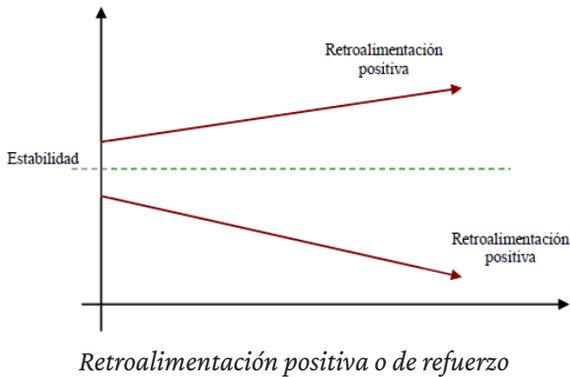
a la “causa” de la alteración. El sistema se estabiliza acercándose a un estado determinado: su objetivo. Si lo que se quiere es modificar un sistema complejo, la retroalimentación negativa aparece como “resistencia” o “inercia”; si lo que se quiere es mantener invariable el sistema, se presenta como “estabilidad”. Funciona como un mecanismo de corrección, en él la información sobre el efecto sirve para corregir la diferencia o desviación entre la previsión (la “norma” del sistema) y el efecto realmente acontecido.



*Retroalimentación de negativa o de compensación*

Un ejemplo es cuando el docente realiza un seguimiento de la clase (utilizando informes de rendimiento, estadísticas de usabilidad de los entornos interactivos, por ejemplo) para controlar el proceso y realizar los cambios necesarios si es pertinente.

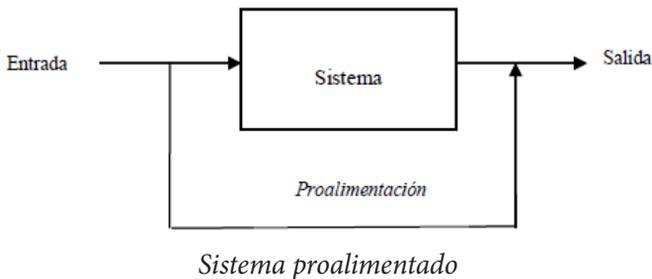
- *Retroalimentación positiva (o de refuerzo)*: tiende a amplificar los efectos de la condición inicial y pueden transportar al sistema a nuevos estados. El sistema se aleja cada vez más rápidamente del punto que se encontraba inicialmente, es inestable o variable, puede favorecer su crecimiento (si se desea cambiar al sistema) o su declive según el punto de partida (si se desea no modificar la estructura).



Los elogios y reconocimientos al trabajo realizado a un estudiante son una forma común de retroalimentación positiva, el docente puede motivar y valorar cuando realiza una buena tarea, resuelve un problema complejo o muestra una actitud positiva hacia una actividad. Este tipo de retroalimentación refuerza el buen comportamiento o el esfuerzo del estudiante y lo motiva a continuar con esa actitud en el trabajo.

### 3.3.- La proalimentación: cuando la salida es la entrada

Al proyectar o planificar un trabajo en el aula, explicitando los objetivos, contenidos y procesos de evaluación, estamos realizando una proalimentación (feedforward), se la puede definir como el proceso en el que la información fluye desde la entrada del sistema hacia adelante sin tomar en cuenta los resultados actuales.



Es un concepto que se utiliza para anticipar y prever lo que podría suceder en el futuro en función de las acciones o decisiones que se toman en el presente. Es como mirar hacia adelante para pensar en las consecuencias de lo que estamos haciendo ahora. En el contexto educativo, la proalimentación se utiliza para planificar y diseñar estrategias anticipatorias que ayuden a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante. Al igual que la retroalimentación, la proalimentación también puede ser positiva o negativa (O'Connor y McDermott, 1998):

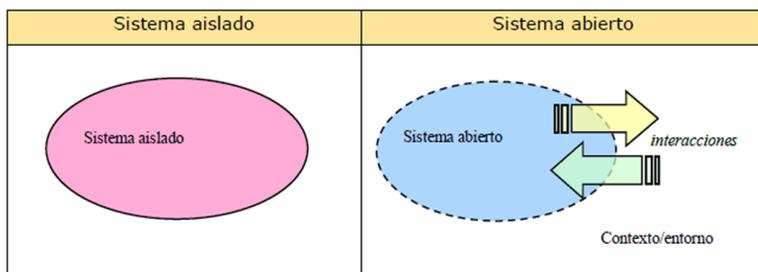
- *Proalimentación negativa (o de compensación)*: se utiliza para prevenir o corregir posibles desviaciones o errores futuros en la estructura. Ocurre cuando la predicción o anticipación de un cambio conduce el sistema hacia el estado previsto. La proalimentación negativa se refiere a estrategias anticipatorias o preventivas que se implementan para evitar posibles dificultades o desafíos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se trata en este caso, de las predicciones que se cumplen. Un ejemplo es cuando se aplica medidas preventivas a estudiantes que muestran signos tempranos de dificultades académicas o de comportamiento. Los docentes y el personal escolar pueden implementar intervenciones tempranas para brindar soporte adicional a estos estudiantes antes de que los problemas se agraven. Entonces, un estudiante que muestra inconvenientes en el aprendizaje podría recibir asesoramiento o apoyo socioemocional para abordar las causas subyacentes del comportamiento. En este caso, la proalimentación negativa ayuda a prevenir el fracaso académico y el desánimo en el estudiante.
- *Proalimentación positiva (o de refuerzo)*: se la emplea para impulsar o potenciar los efectos deseados del sistema. Sucede cuando una predicción o anticipación de un cambio aparta la estructura del estado esperado, es decir, se produce un pronóstico contraproducente. La celebración de hitos y logros académicos es un caso donde se crea un ambiente positivo y motivador en el aula, los docentes pueden organizar eventos especiales, ceremonias de premiación o actividades lúdicas para celebrar los logros académicos (aprobar un examen o completar un proyecto sobresaliente). Esta proalimentación positiva refuerza el valor del esfuerzo y el éxito académico.

### **3.4.- El Escenario Interactivo de Aprendizaje como sistema**

Emplear un enfoque sistémico para estudiar los EIA ofrece una perspectiva integral y holística, esto significa considerar todas sus partes y relaciones, en lugar de fragmentarlo o analizarlo de forma aislada. Esto conduce a una comprensión más profunda, permite tomar decisiones y ayuda a mejorar los procesos involucrados en estos espacios interactivos. Para este análisis, interesan especialmente los sistemas que hemos llamado complejos: son complementariamente abiertos/aislados, con historia, con propiedades emergentes y que interactúan con su contexto/entorno para mantener su organización.

Un sistema aislado, es aquel que no tiene intercambio de información, las transformaciones implicadas quedan todas incluidas en él. En la práctica, es difícil encontrar este tipo de estructuras, un sistema aislado es aquel que está completamente desconectado de su entorno/contexto, la información contenida es estática y no se modifica con base en las influencias externas. Estos sistemas no tienen comunicación ni retroalimentación y operan de manera independiente. Un libro impreso cerrado y guardado en un estante de la biblioteca puede ser un ejemplo, no hay interacción en tiempo real con el entorno, está encapsulado y no hay intercambio de flujo de información hacia adentro ni hacia afuera del libro, constituye, en definitiva, una extensión del estante.

En cambio, un sistema abierto es aquel que interactúa constantemente con su entorno/contexto, permitiendo un flujo bidireccional y multidireccional de información. La retroalimentación y la adaptación son características clave, son capaces de recibir, procesar y enviar información, lo que les permite ajustarse y mantener una cierta estabilidad con su entorno. La presencia de un canal como el chat o mensajería grupal, es un ejemplo de este tipo de sistema, en este caso, la comunicación fluye constantemente entre los participantes y el entorno, permitiendo la entrada y salida de información. Las interacciones con el entorno se suceden a través de mensajes, y la retroalimentación influye en la dirección y el contenido de la conversación.

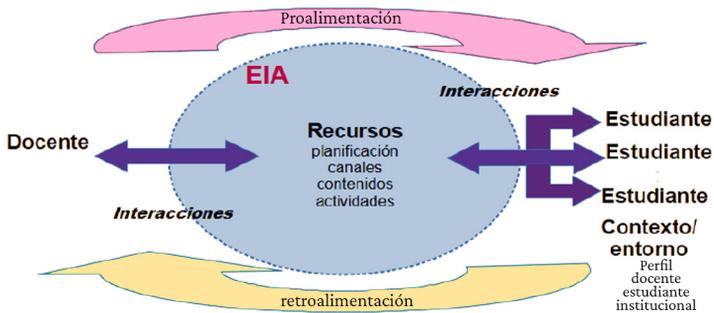


Para García (2006), los sistemas complejos son abiertos; carecen de límites bien definidos y realizan intercambios con el entorno/contexto. No se trata de estructuras estáticas, sin embargo, cuando las condiciones de contorno sufren sólo pequeñas variaciones, el sistema se mantiene estacionario, es decir las relaciones entre sus elementos fluctúan sin que se transforme su organización.

Debido al carácter complementario de apertura/clausura y cambio/estabilidad en los sistemas complejos, éstos no pueden ser concebidos separadamente de su entorno/contexto, como tampoco es posible concebir el entorno/contexto en el que existen sin la actividad de estas estructuras. En esos casos, sistema y entorno/contexto forman una unidad: se organiza a partir de las interacciones en un proceso adaptativo y transformador de ambos que hace posible la producción de orden u organización interna del sistema. (Aguado, p. 39-40).

Como consecuencia, en un sistema complejo pueden surgir propiedades denominadas emergentes, “estas propiedades no se encuentran en las partes que la componen. No se puede predecir las propiedades de un sistema entero dividiéndolo y analizando sus partes” (O’Connor y McDermott, 1998, p. 32), solo poniendo en funcionamiento se puede apreciar este tipo de propiedades.

Un EIA puede considerarse como un sistema abierto/cerrado multicanal (que incluye una diversidad de recursos como foros de debate, mensajería privada o grupal, mensaje por redes en diferentes formatos). Uno de los desafíos es justamente administrar en forma adecuada estos canales para favorecer el proceso de transmisión de la información y la comunicación.



En este caso el contexto/entorno comprende los rasgos particulares que constituye el perfil del docente y estudiante, las características que presenta el ambiente institucional y los aspectos que hacen referencia a la estructura curricular de la asignatura (modalidad de cursado, disciplina, planificación) y considera:

- Perfil del estudiante: estrategias de aprendizaje que emplea, motivaciones, competencias, modelos mentales y los conocimientos previos que posee, por ejemplo.
- Perfil del docente: estrategias de enseñanza, competencias, planificación y modelos mentales.
- Características de la institución educativa y del diseño curricular: disciplina, modalidad de cursado, recursos humanos, creencias.
- Infraestructura técnica que dispone el estudiante, el docente y la institución educativa (espacio físico/virtual, hardware y software disponible).
- Condiciones históricas, sociales, culturales y económicas.

Desde un punto de vista del pensamiento sistémico, un EIA tiene las siguientes características:

- ✓ Es un sistema abierto, es decir, aquel que interactúa con el entorno/contexto, le afecta sus influencias, pero a la vez se diferencia de él, por lo tanto, es permeable a los estímulos externos.
- ✓ Tiene una perspectiva holística: el todo es superior o diferente a las partes constitutivas.
- ✓ Es recursivo: se muestra independiente y coherente, aunque se

encuentre situado en el interior de otro sistema, o bien, envuelva y contenga a otros sistemas.

- ✓ Es sinérgico: un sistema no es la simple suma de efectos de cada una de sus partes, sino que la interrelación de sus componentes produce un efecto diferente y superior.
- ✓ Tiene retroalimentaciones: de acuerdo a las señales de entrada, el sistema por sí solo se reorienta o replantea continuamente su situación (principio de la cibernética) para poder a cumplir con su objetivo final.
- ✓ Presenta proalimentaciones: se planifica de manera flexible para cumplir eficientemente con la función asignada por el sistema.
- ✓ Cumple con el principio de equifinalidad, es decir, partiendo dos sistemas de condiciones iniciales diferentes pueden llegar al mismo estado final u objetivo propuesto.

Como se afirmó en el concepto de EIA, la cualidad de la adaptación es clave para el funcionamiento, por lo tanto, se está haciendo referencia implícitamente a sistemas abiertos, en la práctica sólo es significativo aquel entorno/contexto o parte del universo con el cual el sistema mantiene intercambios de cierta importancia y de una manera frecuente.

Analizando los EIA desde la perspectiva sistémica, nos permitirá realizar un estudio más detallado de su interacción (estímulos y retroalimentaciones) con el entorno donde se dispone de diversos recursos ¿habrá algún otro concepto que nos sirva como parámetro para tener indicios de los canales que son más adecuados?

### ***La sociedad de los castores vivos***

*Como se mencionó en el principio, un sistema es mucho más que las acciones que pueden producir cada uno de sus elementos por separado, de esta manera, la función de un sistema complejo puede tener efectos inesperados (llamadas propiedades emergentes). Es el caso de la inclusión en Tierra del Fuego (Argentina) de 20 parejas de castores provenientes de Canadá. La historia comenzó en 1946 cuando el Servicio de Parques Nacionales autorizó la liberación para establecer granjas peleteras para la industria de la moda. Sin embargo, el proyecto no tuvo el éxito esperado, y algunos castores escaparon; al no tener depredadores naturales en la región (como osos, lobos o coyotes), pudieron prosperar y multiplicarse rápidamente, construyendo diques en los ríos se inundaron áreas de bosque creando nuevos pantanos. Esto acentuó el impacto negativo en la biodiversidad, ya que muchos animales dependían de los ríos para su supervivencia. La deforestación también influyó en el clima y en la calidad del agua, haciendo más vulnerables a la erosión, lo que provocó deslizamientos de tierra e inundaciones. Desde un enfoque sistémico, es esencial reconocer que las intervenciones en los ecosistemas deben ser evaluadas y planificadas cuidadosamente de forma integral para comprender las posibles consecuencias en el sistema.*

*En un contexto de constante cambio y transformación. Hemos aprendido que “nadie puede bañarse dos veces con la misma agua del río”*

***Heráclito***

# Capítulo 4

## Aprendiendo sistémicamente

### 4.1.- La práctica docente como sistema

Cuando implementamos el pensamiento sistémico en nuestra práctica docente, no solo nos centramos en la planificación y los contenidos, consideramos también las interacciones de los estudiantes, qué materiales usamos, qué recursos y canales empleamos, cómo el entorno afecta su concentración y cómo se sienten emocionalmente los participantes de la clase, en conclusión, contemplamos implícitamente al escenario de enseñanza y aprendizaje como un sistema.

El pensamiento sistémico es una forma de vivir en un mundo que se centra en las relaciones entre las cosas, en lugar de las cosas en sí. Es una herramienta poderosa para entender el mundo y para tomar mejores decisiones. Así, “cualquier decisión es tan buena como el proceso empleado para tomarla” (O’Connor y McDermott, 1998, p. 89).

Podemos llevarlo a la práctica de cuatro formas (O’Connor y McDermott, 1998):

- a. Para darnos cuenta de cómo nuestros pensamientos son inseparables de los problemas que afrontamos. Los problemas no son externos, son una creación conjunta de los acontecimientos y de lo que pensamos sobre ellos.
- b. Para solucionar problemas directamente y no solo para resolverlos, sino para eliminar el pensamiento que generó el problema la primera vez.
- c. Para desafiar, examinar y esclarecer las formas habituales de pensamiento.
- d. En el modo de pensar, se alcanzará una mayor lucidez respecto a nuestras creencias y formas de actuar, porque nuestras creencias constituyen un sistema en sí mismas.

En otras palabras, el pensamiento sistémico propone otra perspectiva de análisis del proceso de aprendizaje en donde involucra el concepto de modelo mental y retroalimentación. Si bien los enfoques tradicionales de enseñanza y aprendizaje (conductista, cognitivista y constructivista con sus variantes emergentes) han constituido la base de los métodos de educación tradicional, es importante observar que el aprendizaje desde la perspectiva sistémica es más que la suma de estos aprendizajes individuales.

#### **4.2.- Trans-formando nuestros modelos mentales**

Cada uno de nosotros tenemos nuestros propios modelos mentales, son representaciones de lo que las personas tienen de la realidad para comprender mejor el mundo, se forman a partir de la experiencia, la información y la interacción con el entorno. O'Connor y McDermott (1998) definen a los modelos mentales como “aquellas ideas y creencias generales que dan forma a nuestros pensamientos y actos y nos llevan a esperar determinados resultados. Nos sirven para explicar las cadenas de causa y efecto y para dar significado a nuestras experiencias” (p.141). Como afirman Véricourt, Cukier y Schönberger (2021) los modelos mentales nos permiten ver patrones, intentar predecir cómo se desarrollarán los acontecimientos y entender las circunstancias en las que nos encontramos. De lo contrario, la realidad nos parecería una avalancha de información, una maraña incompleta de experiencias y sensaciones. Los modelos mentales nos ayudan a poner orden, permiten centrarnos en lo esencial e ignorar todo lo demás, como cuando en una fiesta estamos concentrados en la conversación que estamos manteniendo y omitimos el ruido ambiente que nos rodea. Confeccionamos una simulación de la realidad en nuestra mente para anticipar cómo podría desarrollarse una determinada situación.

Del mismo modo, Levy (2000) afirma que “las personas traducen los hechos externos en modelos internos y razonan manipulando esas representaciones simbólicas” (p.58). Son supuestos, generalizaciones e imágenes profundamente arraigadas en las personas, que influyen sobre su modo de comprender el mundo, actuar y sentir. Por eso, cuando tenemos la percepción de una situación que exigen un cambio nos cuesta llevarlas a cabo porque esas transformaciones necesarias entran en

conflicto con poderosos modelos mentales arraigados.

Esto explica, como mencionan Villa y Yániz (1999) que se mantengan algunas prácticas escolares, como la transmisión memorística de gran cantidad de contenidos informativos a los que se podría acceder en la actualidad por otros medios, o el trabajo aislado y sin coordinación entre los docentes, a pesar de que ellos mismos han identificado estas prácticas como causas de problemas que luego experimentan.

En el proceso de análisis de un Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA), es importante tener en cuenta los modelos mentales de los estudiantes; ya que los utilizarán para interpretar la información y las experiencias que se les presentan en el espacio interactivo. No todos tenemos iguales asimilaciones de un contenido o de un tema, cada quién, y en este sentido podemos aplicar el ejemplo de la lectura del libro analizado en el capítulo anterior, en un mismo ámbito, cada uno va haciendo sus propios procesos. Si el ambiente no es compatible con los modelos mentales de cada uno de los estudiantes, es posible que se produzcan obstáculos en la comprensión y en el intercambio de información que se les presenta.

Comparto con ustedes las siguientes preguntas para que reflexionemos juntos: ¿Los estudiantes comprenden la secuencia de contenidos y actividades que están disponibles en un EIA? ¿Perciben la función de cada recurso interactivo de la interfaz? ¿Reconocen la función de los íconos que están presentes?

#### **4.2.1.- ¿Cómo se crean los modelos mentales?**

Nuestros modelos mentales se crean, entran en crisis y se transforman, O'Connor y McDermott (1998) mencionan los siguientes procesos que pueden estar involucrados:

- a. Por eliminación: es seleccionar algunos estímulos en lugar de otros, según nuestro estado de ánimo, nuestros intereses, nuestras preocupaciones y nuestro estado general de lucidez. Eliminamos parte de la información que reciben nuestros sentidos y conformamos así nuestras ideas. Hay siempre otra información que no significa nada para nosotros y que, a todos los efectos, es como si no existiera.
- b. Por construcción: es lo contrario a la eliminación, se ve algo que no existe. Prácticamente siempre la ambigüedad (lo que implica

un aumento de la entropía) lleva a la construcción. Muchas veces, una resolución cualquiera, es preferible a seguir en la ambigüedad. A posteriori, cualquier cosa es racional, tendemos a establecer un vínculo entre la causa probable y el posible efecto, limando las aristas de una historia que queremos que sea verdad.

- c. Por distorsión: se produce cuando cambiamos la experiencia, amplificando algunas partes y disminuyendo otras, de esta manera, se altera un acontecimiento cuando damos más importancia a un hecho con respecto a otro.
- d. Por generalización: creamos nuestros modelos mentales tomando una experiencia como representativa de un grupo de acciones. El riesgo es tomar como representativo un ejemplo equivocado, generalizarlo a otros muchos eventos y negarnos después a aceptar cualquier prueba de lo contrario.

En estos cuatro principios se fundamentan el aprendizaje, la creatividad y todas nuestras creencias y convicciones, incluidas las que nos sirven para obrar bien. Desde la perspectiva sistémica nos interesa saber cómo se combinan estos principios para formar los lazos de refuerzo y estabilización que mantienen en su sitio nuestro sistema de creencias.

#### **4.2.2.- Factores a considerar para crear modelos mentales adecuados**

O'Connor y McDermott (1998) mencionan que “nuestros modelos mentales nos pertenecen, pero cambian y evolucionan con las nuevas experiencias y tenemos que remodelarlos cuando nos adentramos en territorio desconocido” (p. 90), además plantean tres elementos que pueden llevar a interpretar erróneamente nuestras experiencias, por lo tanto, teniendo en cuenta estos factores podremos combatirlos para desarrollar modelos mentales adecuados. Entonces, es necesario:

1) *Evitar la regresión*: la regresión es un principio estadístico que lleva a confundir una conexión con una causa. Los acontecimientos extremos no son representativos como base de predicción, y cuando un cambio respecto a la media se toma como prueba de la eficacia de una acción determinada hay muchas posibilidades de equivocarse.

2) *Proponer un enfoque temporal*: los efectos sin un análisis temporal pueden darse en cualquier momento posterior a su supuesta causa y no constituyen pruebas fiables. Los efectos con enfoque temporal se limitan a un horizonte de tiempo dado, es mucho más certero buscar las pruebas en un periodo de tiempo determinado, después, el resultado será memorable o significativo con independencia de que confirme o no nuestras creencias.

3) *Plantear experiencias bilaterales*: cabe considerar que las prácticas unilaterales son aquellas en las que sólo se recuerda uno de los resultados, y el resto se supone como si no hubiesen sucedido. En cambio, las experiencias bilaterales son las que se recuerda cualquier resultado, con independencia de que fuera favorable o no; éstas aportan la mejor retroalimentación para la creación de modelos mentales adecuados.

Se puede concluir entonces que:

- Las experiencias unilaterales sin enfoque temporal aportan siempre retroalimentación positiva para nuestras creencias. No hace falta más que esperar para que se confirme la idea previa.
- Las prácticas unilaterales con enfoque temporal también pueden confirmar modelos mentales existentes.
- Las experiencias bilaterales sin enfoque temporal son las generadas por nuestras estrategias a largo plazo. Cualquier resultado será significativo, pero difícil de evaluar al no ceñirse a un plazo de tiempo determinado.
- ***Las prácticas bilaterales con enfoque temporal*** aportan la retroalimentación más valiosa para nuestros modelos mentales. Tenemos en cuenta todas las posibilidades dentro de un plazo de tiempo estipulado (secuenciación de eventos).

“Las experiencias que contradicen nuestros modelos mentales nos aportan una valiosa retroalimentación negativa si le prestamos atención” (O’Connor y McDermott, 1998, p. 104), es lo que algunos definen como ***conflicto cognitivo***.

### 4.3.- ¿Cómo se aprende desde la perspectiva sistémica?

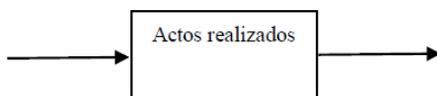
*En la educación está en juego el mundo*

Jorge Larrosa

El aprendizaje supone la creación de resultados, única forma posible de cambiarnos a nosotros mismos para ser cada vez más quienes queremos ser; desde esta perspectiva, “el aprendizaje es la continua creación y recreación de nuestros modelos mentales” (O’Connor y McDermott, 1998, p. 147), consiste en tomar decisiones y cambiar lo que se hace en respuesta a la retroalimentación que uno recibe. Cada cual aprende con una finalidad, hay siempre una distancia entre donde nos encontramos y donde queremos estar, y con los actos lo que se pretende es recorrer esa distancia.

Por esta razón, el aprendizaje se fundamenta en tomar decisiones y cambiar lo que hacemos en función a la respuesta que recibimos. Desde este enfoque, los canales que existen en el EIA es de fundamental importancia ya que permite que se realicen las pertinentes retroalimentaciones internas de los participantes.

Se podría contrastar el aprendizaje con los *hábitos*, que es la repetición de una misma acción sin tener en cuenta el resultado, sin considerar ningún tipo de retroalimentación. Son actos que hacemos sin pensar y que adquirimos durante la vida.

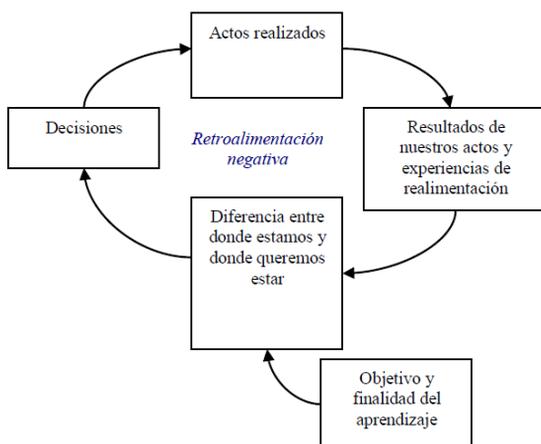


*Los hábitos*

En este caso, las decisiones que se toman son en forma aleatoria ya que no se ha definido ninguna meta o finalidad. Como ejemplo, de este proceso podemos proponer cuando los estudiantes toman como práctica memorizar definiciones, fórmulas o datos sin entender su significado o contexto; esto conduce a que la información se olvide después del examen y no se utilice para construir una comprensión más profunda.

Desde el punto de vista sistémico se pueden identificar tres tipos de aprendizaje:

a) **El aprendizaje simple o de un solo lazo:** también llamado “aprendizaje adaptativo” o “de bajo nivel”, que consiste en prestar atención a la retroalimentación y cambiar nuestros actos en función de los resultados obtenidos. Tanto las opciones como las acciones que se emprenden con este aprendizaje vienen dadas por los *modelos mentales que permanecen inalterables*. Las decisiones que se llevan a cabo están relacionadas con el propósito, es decir, conseguir lo que uno quiere. El aprendizaje simple consiste en tomar decisiones y cambiar lo que se hace en respuesta a la retroalimentación que se recibe. El esquema es el siguiente:



*El aprendizaje simple*

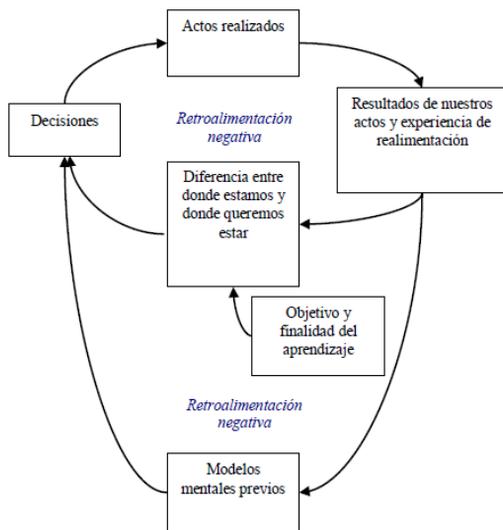
Este tipo de aprendizaje no cambia nuestra visión del mundo, sólo se corrigen los potenciales errores que se pueden presentar, sin modificar nuestros modelos mentales. El aprendizaje simple puede producirse:

- I. En el momento: se utiliza la retroalimentación en cada situación concreta, no se hace necesario recordar la respuesta de la última acción realizada. Se da en las tareas simples y el grado de perfección de la ejecución depende de la atención que se preste en cada momento. Esto sucede, por ejemplo, mientras cocinas improvisando, ajustas la cantidad de ingredientes y los tiempos de cocción según lo que ves y percibes en la preparación. Aunque tus modelos mentales sobre cómo cocinar no cambian, realizas ajustes en tiempo real en función de cómo se desarrolla el proceso de preparación.

II. A través del tiempo: se utiliza en habilidades más complejas y se requiere mayor atención ya que se tiene en cuenta la retroalimentación proveniente de una acción anterior. Por ejemplo, cuando aprendemos a conducir un automóvil, empezamos por prestar atención a las indicaciones de nuestro instructor y de otros conductores. A medida que vamos ganando experiencia, aprendemos a ajustar nuestro comportamiento en función de los resultados.

El aprendizaje simple presenta una retroalimentación negativa, de esta manera, tiende a la adaptación y la estabilidad. Como ejemplos de este tipo de aprendizaje se tiene el ensayo o error, aprendizajes rutinarios y adquisición de una habilidad concreta.

b) **El aprendizaje generativo o de doble lazo:** en este caso, la retroalimentación influye en los modelos mentales que hemos aplicado en una situación dada y los transforma. También se denomina “aprendizaje de alto nivel” o “aprendizaje reconstructivo”; de este modo, surgen nuevas estrategias y nuevos tipos de acciones y experiencias que no habrían sido posibles con anterioridad.

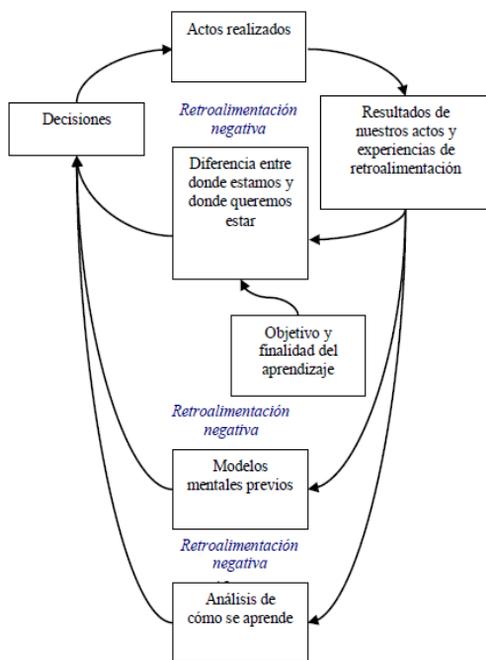


*El aprendizaje generativo*

El aprendizaje generativo abre nuevas posibilidades, puede llevarnos a ver de forma completamente distinta una situación que se conocía previamente. A cuestionar supuestos fundamentales o a reafirmarlos, según el caso, lo que implica una profunda revisión y, si es necesario, una *transformación* sobre nuestros modelos mentales.

Como se puede apreciar, existen lazos de retroalimentación negativos que permanentemente guían al proceso a cumplir con el objetivo y actualizan los modelos mentales. Como ejemplo de este tipo de aprendizaje se puede aludir el cuestionamiento a las propias suposiciones o analizar una determinada situación desde diferentes perspectivas.

c) **El meta-aprendizaje o de triple lazo:** Aramburu Goya (2000) menciona un nivel superior de aprendizaje propuesto por Argyris y Schön (1978), también llamado “aprendizaje de proceso”, en este estadio se incluye la facultad de **aprender a aprender**, que consiste en la habilidad que se tiene para cuestionarse sobre la propia capacidad de aprendizaje, tanto del aprendizaje simple como del generativo.



*El meta-aprendizaje*

El objetivo central de este aprendizaje es la mejora de la capacidad del propio aprendizaje, mediante un análisis crítico del mismo proceso. Para dimensionar este pensamiento, se puede mencionar el aprender a aprender, esto significa pensar y cuestionarse sobre cómo uno está aprendiendo y cómo se puede mejorar. Por ejemplo, puedes preguntarte: ¿Qué estrategias de aprendizaje funcionan mejor para ti? ¿Qué obstáculos te impiden aprender? ¿Cómo puedes superar estas dificultades? El hecho de realizar un acto o acción lleva implícita estrategias y procedimientos que en este tipo de aprendizaje está en permanente revisión el mismo proceso de aprendizaje.

#### **4.4.- Estrategias del aprendizaje sistémico**

Conocer los distintos tipos de aprendizaje es fundamental ya que permite luego plantear estrategias en el diseño de la planificación y propuestas de consignas de trabajo para los estudiantes. Existen diversas acciones que pueden llevarse a cabo para poder establecer una adecuada planificación:

- No eliminar parte de la retroalimentación: puede que no veamos la respuesta porque nos concentramos en una parte del lazo y pasamos por alto la otra.
- Presencia de la complejidad dinámica: los sistemas complejos tienen algunas propiedades que se dan de bruce con el tipo lineal de sentido común al que estamos acostumbrados, ya lo vimos en el capítulo anterior con los castores de Tierra del Fuego.
- No construir modelos mentales limitadores: tendemos a ver lo que esperamos, y el efecto de regresión nos puede confundir.
- Dificultades para medir la retroalimentación: para aprender tenemos que actuar sobre la respuesta, pero solo podemos hacerlo si se la logra detectar. Prestar atención a la retroalimentación de nuestros sentidos es la única vía. La precisión para medir la respuesta también es relevante para conseguir medir un valor determinado.
- Establecer umbrales de retroalimentación intermedios: un umbral muy bajo puede llevarnos a intentar controlar hasta el más mínimo detalle de una tarea (el sistema puede ser muy rígido). En cambio, un umbral muy alto el sistema podrá reaccionar cuando el problema haya alcanzado un

estado crítico y apenas se pueda hacer algo para revertir la situación (la estructura es demasiado flexible).

- Formular bien las preguntas: las cuestiones bien formuladas reciben una buena retroalimentación.

En este sentido, es importante indicar que las retroalimentaciones tienen una relevancia fundamental en cualquier tipo de aprendizaje. Y, para que existen estas respuestas es necesario que existan canales de comunicación que permitan recabar ese tipo de respuesta. La perspectiva sistémica y la relación con el entorno nos hace introducir otro concepto necesario para el entendimiento del desarrollo de materiales interactivos multimediales: la entropía.

Alguien podría negar entonces que: “en la educación está en juego el mundo”...

***La generosidad de poder transformar nuestros propios modelos mentales***

*En ciertas ocasiones, por su complejidad, nos cuesta aprender ciertas temáticas o contenidos. Eso implica que para tener un aprendizaje generativo muchas veces debemos asumir un verdadero proceso de reingeniería, donde es necesario modificar aquellos modelos mentales que tanto nos costó construir por uno nuevo, quizás también temporario, ya que potencialmente puede aparecer otro en el futuro. De esta manera, es importante tener la autogenerosidad de descartar modelos mentales por los nuevos que construimos, cuando más años tenemos, más nos cuesta este proceso. Es lo que se denomina generalmente como andragogía.*

# Capítulo 5

## Entropía y desorden en los EIA

### 5.1.- Orden y desorden en escenarios interactivos

En el diseño de un aula virtual, donde se incorpora permanentemente diversos elementos y recursos durante el dictado de un curso, siempre se me presentó la siguiente cuestión: ¿Habrá algún factor o parámetro que nos pueda especificar si un escenario de aprendizaje es lo suficientemente interactivo para favorecer la comunicación y la presentación de contenidos y actividades?

En un Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA), ya sea un aula presencial o a distancia, se encuentran una gran variedad de recursos disponibles, como pizarra, marcadores, material impreso, foros, enlaces a documentos digitales y cuestionarios, entre otros. La organización de estos recursos, su disposición y la secuencia en la que se presentan son aspectos relevantes a tener en cuenta. Es por eso que muy posiblemente alguna vez te hayas hecho las siguientes preguntas: ¿Qué vías de comunicación contemplaré para ser más asertivo en la transmisión de la información en el aula? ¿Qué secuencia de contenidos y actividades puedo exponer? ¿En qué formato? ¿Por cuánto tiempo?

En este capítulo se hará referencia a un concepto que proviene de la termodinámica para determinar el grado de organización de los recursos disponibles en los EIA: la entropía, de esta manera se podrá deducir las múltiples posibilidades de interacción que se pueden presentar en estos espacios.

Desde esta perspectiva, la inclusión de la entropía provee una nueva perspectiva de análisis acerca de los recursos involucrados desde una mirada sistémica. Lo que permite definir, de acuerdo a los objetivos propuestos, las características que deben tener los canales de comunicación para que se realicen las interacciones, como también la secuenciación de contenidos y actividades adaptadas al entorno/contexto.

Es así que la entropía tiene diversas interpretaciones que son a su vez, complementarias (Lara, 2004b):

a) Proporciona una noción de pérdida de energía: Clausius formuló la segunda ley de la termodinámica, donde establece que, en cualquier proceso espontáneo, la entropía total de un sistema aislado siempre aumenta. Esta noción de entropía está ligada a la idea de la degradación y pérdida de energía (en forma de calor, por ejemplo) y la tendencia de los sistemas a alcanzar estados de mayor desorden.

b) Es una medida de aleatoriedad: en la mecánica estadística, Boltzmann relacionó la entropía con el número de configuraciones posibles de las partículas en un sistema. La entropía se utiliza para cuantificar el desorden molecular sobre el estado microscópico de una estructura y está relacionada con la probabilidad de que un sistema se encuentre en un estado particular; una alta entropía significa que tiene muchos microestados posibles.

c) Está relacionada con la cantidad de información que se puede transmitir por un canal: Shannon y Weaver desarrollaron la teoría de la información, donde se puede calcular la entropía de un sistema de comunicación, definida como una medida de la incertidumbre o de aleatoriedad en un conjunto de señales que se transmite. Cuanto mayor sea la entropía, mayor será la imprevisibilidad de la información contenida en el mensaje.

Si bien la entropía se puede abordar desde diversos campos disciplinarios, cada uno de ellos proponen miradas alternativas, distintas perspectivas, que son importantes como la aleatoriedad y el orden que caracteriza a un sistema determinado; en este punto, conocer las condiciones de apertura sistémica es relevante para la ubicación, la inclusión y la configuración de los recursos en estos escenarios interactivos.

En este sentido, es recomendable hacer una diferencia entre los términos “equilibrio termodinámico” y “orden”, desde el enfoque sistémico la entropía es una medida del desorden o caos de un sistema. En equilibrio termodinámico, la entropía es máxima y no experimenta cambios; esto significa que el sistema está en un estado de máxima aleatoriedad y mínima organización. En cambio, el orden o la organización se refiere a la disposición estructurada o patrones específicos, se trata de la presencia de relaciones significativas y coherentes entre las partes o elementos que constituyen un sistema.

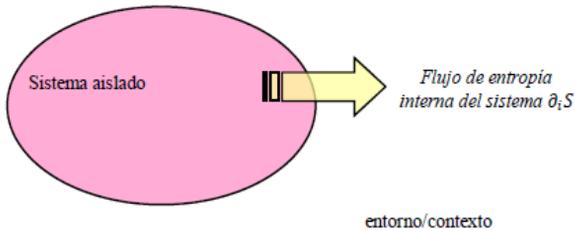
## 5.2.- La entropía según el tipo de sistemas

El comportamiento de la entropía varía de acuerdo a los niveles de apertura que presenta el sistema.

### 5.2.1.- Entropía en sistemas aislados

Como ya se mencionó en el Capítulo 3, en los sistemas aislados no se considera el entorno/contexto, ya que no tiene ninguna forma de vincularse con él. Un recipiente térmico sellado lleno de líquido caliente (como un buen café brasileiro), es un ejemplo de un sistema aislado, pues no permite la transferencia de calor con el exterior debido a su aislamiento térmico. Como resultado, la temperatura del líquido se mantiene durante un período prolongado sin interacción con la temperatura ambiente.

Estas estructuras, con el tiempo, tienen la tendencia natural al crecimiento de la entropía, es decir, la máxima probabilidad es su progresiva desorganización y, finalmente, su homogeneización con el entorno/contexto, por lo tanto, tienden irremediamente al desorden total (muerte térmica o equilibrio termodinámico), al final, el café del termo tendrá la misma temperatura que la que tiene el exterior.



*Entropía en un sistema aislado*

De esta manera, el segundo principio de la termodinámica afirma que la entropía de un sistema aislado siempre aumenta y ese proceso es irreversible, pues, tiene lugar sin ninguna influencia externa (es espontáneo) y produce una degradación de la calidad de la energía, “disipa energía” que es el caso cuando el calor pasa de un cuerpo más caliente a un cuerpo más frío que están en contacto, o la expansión libre

de un gas. Entonces, cuando una estructura de este tipo alcanza una configuración de entropía máxima, ya no puede experimentar cambios. En un proceso irreversible no se puede volver a una etapa anterior ya que éstas presentan un alto grado de inestabilidad. Los cambios espontáneos siempre van acompañados de una reducción en la “calidad” del flujo de la información, energía o materia, en el sentido de que es degradada a una forma más dispersa y caótica (Atkins, 1991). Cuando se afirma que la entropía de un sistema aislado siempre aumenta, se está diciendo que la cantidad de estados posibles en los que puede encontrarse el sistema crece con el tiempo. Esto se debe a que no hay intercambio de información con el entorno/contexto, y, por lo tanto, la cantidad de estados posibles en los que puede encontrarse el sistema solo puede aumentar hasta un valor máximo. Esto se puede presentar en el caso de un proceso de heteroevaluación cuando es estrictamente unidireccional, es decir, cuando el docente no proporciona ninguna retroalimentación durante la actividad, es un suceso irreversible en el sentido de que, una vez que el estudiante ha completado el examen y ha recibido su calificación, no puede retroceder y cambiar sus respuestas. Esta etapa presenta un alto grado de inestabilidad en el sentido de que los resultados obtenidos no pueden ser modificados.

Lo interesante de este desarrollo es poder aterrizarlo a un enfoque educativo, se puede asimilar a un sistema aislado la situación de un escenario donde se desarrolla un curso a distancia, donde no se dispone de ningún canal de comunicación para que el estudiante pueda interactuar con el entorno, y donde los contenidos que están disponibles son estáticos (no se actualizan con el tiempo). Por lo tanto, el sistema no es susceptible a la influencia externa, no hay retroalimentaciones ni hay variedad en la presentación de materiales. Intuitivamente podría decirse que, al principio, el sistema está organizado ya que los elementos instructivos siempre serán los mismos, pero es justamente esa característica los que lo vuelven, con el transcurso del tiempo, obsoletos y menos relevantes para el estudiante. Es, en ese punto, donde la organización estática no puede compensar la falta de interacción que es necesario para mantener bajos los niveles de entropía, no existe adaptación con el entorno. De esta manera, el sistema se encaminará a un estado de desorden total, esto significa que será cada vez más difícil de organizar el sistema, ya que no hay nadie que guíe el proceso, ni administre recursos que estimulen interacciones. En consecuencia, el estudiante, al no tener interacción con otros participantes del curso y

con presencia de materiales previsibles, le podría provocar frustración, desmotivación y aislamiento. Un sistema con estas características puede, en una situación extrema, llevar al abandono del estudiante (se presenta la situación de equilibrio termodinámico).

### 5.2.2.- Entropía en sistemas abiertos

Ahora bien, en nuestra vida cotidiana, los sistemas suelen ser abiertos (es decir, existe un vínculo con el entorno/contexto) como el cuerpo humano que recibe energía y nutrientes de los alimentos, expulsa desechos al medio ambiente, regula su temperatura en respuesta a las condiciones climáticas e intercambia información a través de sus sentidos. En una estructura de estas características, se puede extraer orden del entorno/contexto y neutralizar la entropía natural producida por sus procesos vitales internos, rompiendo de esta manera la ley inexorable que ataca a los sistemas aislados y cerrados: la entropía creciente.

Se puede entonces, establecer una nueva distinción entre sistema aislado y sistema abierto: el primero tiene la vida contada, sucumbe ante el incremento de la entropía, en cambio, el segundo presenta características tales (interacción con su medio e importación de entropía negativa u orden) que le permite subsistir y neutralizar la tendencia a la entropía ascendente.

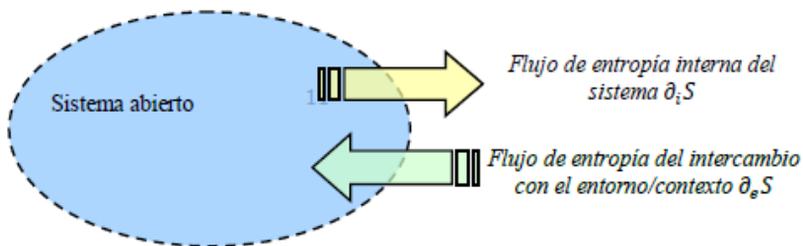
Es así que, un sistema abierto puede presentarse como aquel que **importa información, la convierte y luego exporta al entorno/contexto esa nueva información**. Con el producto de esa exportación, está en condiciones de habilitar nuevamente su entrada para llevar a cabo el proceso de transformación que lo caracteriza y, por lo tanto, lo diferencia del resto de los sistemas.

Desde ahora en adelante, refiriéndonos al ámbito educativo, se considerará que lo que se transmite o recibe una estructura son flujos de información, cabe mencionar que la información tiene un comportamiento distinto al de la energía, pues su transmisión no elimina la información del emisor, cosa que si sucede cuando se transfiere energía como el calor.

Un aula (presencial o a distancia) donde existen canales que promueven las interacciones en múltiples direcciones entre el docente y los estudiantes y se incorporan permanentemente nuevos materiales, recursos y actividades funciona como un sistema abierto, ya que es permeable

a las influencias externas (las interacciones entre los estudiantes y las intervenciones del docente), que lo hace dinámico y adaptable, por lo que la entropía no siempre crecerá. Si bien la incorporación con el tiempo de recursos, materiales y actividades puede promover, al principio un crecimiento de la entropía; la estructura se mantendrá organizada, ya que los estudiantes tendrán la oportunidad de interactuar con el resto de la clase para plantear dudas y realizar aportes y, por otro lado, el docente podrá guiar el proceso y responder a las consultas. **La retroalimentación constituye un recurso clave para que el docente pueda controlar las variaciones de la entropía.**

Siguiendo el análisis de la entropía, Prigogine realiza una extensión del segundo principio de la termodinámica para sistemas abiertos (segundo principio generalizado de la termodinámica) mediante la siguiente expresión matemática:  $\partial S = \partial_i S + \partial_e S$



*Entropía en un sistema abierto*

Donde:

$\partial S$  = Variación de la entropía total del sistema a través del tiempo.

$\partial_i S$  = Variación de la producción de entropía interna del sistema debido a la irreversibilidad de los procesos que en él tiene lugar.

$\partial_e S$  = Variación del flujo de entropía externa por el intercambio de información del sistema con el entorno/contexto.

El término  $\partial_i S$  es consecuencia de los procesos irreversibles que tienen lugar en el interior del sistema, es siempre positivo. Lo relevante aquí es que se incorpora el término  $\partial_e S$  que es producto del intercambio de información entre la estructura y su entorno/contexto.

En un sistema abierto existe componentes entrópicos de mantenimiento o soporte (que influyen en  $\partial_i S$ ) que lo mantienen organizado como las normas de trabajo en un EIA; y los componentes

productivos (considerados en  $\partial_e S$ ) que interactúan con el entorno/contexto para recoger información valiosa para su funcionamiento y para llevar a cabo los procesos necesarios para elevar la calidad del flujo de información. La variación de entropía  $\partial_e S$  es siempre negativa y significa que el sistema no sólo exporta información de mayor calidad al entorno/contexto para mantener el sistema organizado sino que tiene diversos recursos para ordenar y discriminar esa información, por lo tanto, para mantener ese estado de organización se hace necesario elementos que contengan canales bidireccionales y multidireccionales para permitir retroalimentaciones que tengan la función de organizar, ordenar y manejar el flujo de la cantidad de información interna y la que proviene del exterior; así, de acuerdo al valor absoluto que tome  $|\partial_e S|$ , se puede concluir que una estructura:

- tiende al equilibrio termodinámico  $|\partial_e S| \ll |\partial_i S| \Rightarrow \partial S > 0$ : en esta situación es prácticamente despreciable el intercambio de información del sistema con el entorno/contexto, es decir, actúa como un sistema aislado. Presenta un alto nivel de desorden, **la entropía total siempre crece**, todos los elementos son proclives a tener la misma jerarquía. Un ejemplo de este tipo de proceso es un sistema educativo que utiliza los mismos libros de texto y las mismas metodologías de enseñanza desde hace décadas. Este sistema no está adoptando tecnología, tampoco está admitiendo estrategias innovadoras, ni atiende a las necesidades cambiantes de los estudiantes. Por lo tanto, el flujo de entropía total es la interna y va aumentando, ya que no hay cambios significativos que estén ocurriendo. El aislamiento y la falta de adaptación y actualización conduce a una pérdida de eficiencia y a la incapacidad de cumplir eficazmente con los objetivos educativos en un mundo en constante evolución.
- Está lejos del equilibrio termodinámico, si  $|\partial_e S| \approx |\partial_i S| \Rightarrow \partial S \approx 0$ : el sistema tiende a una estructura organizada de orden superior. La variación de la entropía interna se compensa con el intercambio de entropía externa con el entorno/contexto. **La entropía total en este caso ya no crece, se mantiene aproximadamente constante.** Una reforma educativa a gran escala en un sistema educativo, con un marcado intercambio de flujo de información, que se adapta y considera el entorno/contexto, ejemplifica una situación en la que la entropía se mantiene constante mientras el sistema se transforma y evoluciona

hacia un estructura más organizada y eficiente.

- autoorganización, si  $|\partial_e S| > |\partial_i S| \Rightarrow \partial S < 0$ : (estructuras disipativas de Prigogine): sucede cuando es muy alto el intercambio con el entorno/contexto con respecto a la variación espontánea de la entropía interna. En consecuencia, **la entropía total disminuye**, este intercambio de flujo de información es tan excesivo, que produce una “colapso” en el sistema. En este caso, emergen estructuras inestables con distintos tipos de organización en forma espontánea, irreversible y al azar. En algún momento se exhibe un estado de caos y tenderá a estados de mayor orden y de mayor improbabilidad. Supongamos un primer trabajo grupal con estudiantes que no se conocen, este proceso puede ser caótico al principio por el alto intercambio de información, incluso puede haber discusiones y debates, ya que los estudiantes están explorando diferentes ideas y enfoques sin normas de trabajo bien definidas. Sin embargo, a medida que los estudiantes interactúan, la entropía puede disminuir a medida que los estudiantes aprenden a organizarse y a resolver lo que les solicita la consigna de forma colaborativa, y cuando finalizan el trabajo con éxito, se considera que ha llegado a un nuevo orden de nivel superior.

Es así que la información que recibe el sistema proveniente del entorno/contexto es la más importante corriente neguentrópica (disminución de la entropía) de que disponen los sistemas complejos, siempre considerando como información toda aquella que es verdaderamente relevante para la misma estructura. Es este caso, los procesos involucrados pueden ser reversibles, ya que son cambios compensados, encontrándose el sistema en equilibrio con sus alrededores en cada etapa del proceso, por lo tanto, tienen lugar sin degradación de la calidad de la información, sin dispersarla caóticamente, entonces, un proceso reversible no genera entropía (Atkins, p.112). En un proceso reversible “se puede ejecutar en ambas direcciones, de manera que todos los cambios que ocurran en cualquier parte del proceso directo se revierten exactamente en las etapas correspondientes del proceso inverso, y en los sistemas externos únicamente ocurren cambios infinitesimales” (Glasstone, 1972, p. 180). La información neguentrópica, es decir, aquella valiosa y relevante, se utiliza para reducir la entropía en los estudiantes, y este proceso puede ser completamente reversible a medida que los estudiantes y el docente interactúan mediante retroalimentaciones para garantizar que se alcance una comunicación más profunda y se cumpla con los objetivos que se pretende.

Por lo tanto, considerando la reversibilidad de los procesos que se suceden como sistema abierto, el espacio interactivo debería tener la propiedad de poder volver a estados anteriores y permitir realizar itinerarios y caminos en cualquier dirección y en cualquier momento, como sucede con los recursos que están disponibles en una plataforma de aprendizaje a distancia (como foros, cuestionarios, documentos digitales, entre otros). Los estudiantes y docente pueden acceder en diferentes instancias, lo que proporciona un carácter flexible al cursado. En este caso, toma relevancia el seguimiento de este proceso por parte del docente, para realizar la retroalimentación pertinente, mediante sugerencias, evaluaciones y, usando la tecnología, con herramientas que permiten la creación de informes de seguimiento de actividades del estudiante en una plataforma virtual de aprendizaje, o el historial de los aportes en un documento colaborativo como una wiki, por ejemplo.

En el desarrollo de un EIA se espera que la interacción con el entorno/contexto, nos lleve a un nivel controlable de organización, lo que es lógico considerando un espacio donde se realizará la práctica docente, por lo que se deduce que **la entropía pueda oscilar** dentro de un valor aproximadamente constante ( $\partial S \approx 0$ ). Eso significa que, en algunos momentos el sistema se abra y en otros momentos se aisle o se cierre, pero nunca con una tendencia permanente, esto se analizará con mayor profundidad en el próximo capítulo.

De esta manera, considerando un entorno interactivo de aprendizaje como sistema abierto, con sus elementos organizados, promueve altos niveles de interacción entre el docente y los estudiantes.

### **5.3.- Una moneda y un dado: entropía y la cantidad de información**

Las acciones en el aula llevan implícito un proceso de comunicación, en un escenario de aprendizaje existen diversos canales de comunicación, entonces surgen algunas cuestiones: ¿Qué características deben tener estos canales? ¿Qué recursos debo presentar en un espacio para que sea interactivo?

Como vimos en el Capítulo 1 desde la perspectiva de Shannon y Weaver, la comunicación es definida como la transmisión de información en un mensaje codificado (señal) entre dos agentes (emisor y receptor) por medio de un canal en un contexto que afecta a la transmisión.

La Cantidad de Información  $I$  que aporta el símbolo  $S$  en función a la probabilidad de su aparición  $p$  en un evento  $A$  se presenta de la siguiente manera:

$$I(s_i) = \log_2 \frac{1}{p_i(A)} = -\log_2 p_i(A)$$

Sabiendo que  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$

Donde:

$A$  : es el suceso o evento.

$p(A)$ : es la probabilidad del mensaje o del suceso y es un número entre 0 (un evento improbable) y 1 (un evento posible).

Cuenca (1999) destaca que la información no se refiere tanto a lo que se dice, sino a lo que se podría decir. Así, la información es la medida de la libre elección del mensaje. Cuando alguien se enfrenta a la situación de tener que elegir entre dos mensajes alternativos, se dice que la información asociada a esta situación es la unidad. Que la información se mida en función a la entropía es natural, si se piensa que, la información se asocia al grado de libertad de elección que se tiene al construir los mensajes. Dada una fuente de información, se puede decir que esta situación está muy organizada y se caracteriza por un bajo grado de azar o de elección, es decir, la entropía es baja.

El valor estadístico de la información, según Aguado (2004), está relacionado con dos aspectos fundamentales: “para el emisor la información equivale al grado de libertad en la selección de las señales, en cambio, para el receptor, la información corresponde al grado de novedad o sorpresa del mensaje” (p. 30).

Por otro lado, el concepto de significado del mensaje no está directamente relacionado con la entropía o la cantidad de información en sí misma, sino con la interpretación y la comprensión que el receptor le da al mensaje transmitido en función de su conocimiento, contexto y modelos mentales.

Es así que a la entropía Shannon la define:

$$H_{\square} = \sum_{i=1}^n p_i \cdot I(s_i) = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 [p_i(A)]$$

En la teoría de la información, la entropía de un mensaje es igual a su cantidad de información media. El término cantidad no se refiere a la cuantía de datos, sino a la probabilidad de que un mensaje, dentro de un conjunto de mensajes posibles, sea recibido.

Si bien el estudio de la entropía tiene un carácter cualitativo, se procederá a hacer algunos cálculos numéricos para apreciar el comportamiento que tiene en las siguientes acciones:

- a. Lanzar una moneda: en este caso hay dos símbolos cara y cruz y existen dos eventos posibles: “sale cara” o “sale cruz”. La probabilidad de que ocurra uno u otro es del 50% (0,5). Por lo tanto, la entropía  $H$  de tirar una moneda aplicando la fórmula es

$$H = -0,5 \log_2 0,5 - 0,5 \log_2 0,5 = 1 \text{ bit}$$

- b. Tirar un dado: en esta acción se presentan seis resultados (eventos) probables: que salga 1, 2, 3, 4, 5 y 6. La probabilidad de que surja cada posibilidad es del 16,66% (1/6). Por lo tanto, la entropía de arrojar un dado es de:

$$H = -\frac{1}{6} \log_2 \frac{1}{6} - \frac{1}{6} \log_2 \frac{1}{6} = 2,58 \text{ bit}$$

En estos dos casos podemos apreciar como la entropía puede utilizarse para comparar la aleatoriedad de los sucesos. Se puede concluir que la entropía de tirar un dado es mayor que la de lanzar una moneda o, en otras palabras, arrojar un dado es un evento más aleatorio (presenta mayor incertidumbre) que realizar la misma acción con una moneda.

En este punto sería interesante hacernos esta pregunta ¿En un EIA es conveniente que exista una gran cantidad de eventos que se puedan realizar? ¿En nuestra clase es conveniente tener una entropía creciente, constante o decreciente en función del tiempo?

### 5.3.1.- La redundancia: la garante de la transmisión

El concepto de redundancia  $R$  coincide con la interpretación que, en el sentido común le damos, es aquella fracción del mensaje que se la considera repetitiva o excesiva, ya que, si faltara en el mensaje, éste seguiría completo o podría completarse o entenderse.

$$R = 1 - \frac{H}{H_{MAX}}$$

La redundancia actúa de manera complementaria al concepto

de entropía, esto quiere decir que, cuando la entropía aumenta, la redundancia disminuye; cuando la entropía disminuye, la redundancia aumenta y cuando la entropía alcanza su máximo, la redundancia es mínima. En este punto podríamos preguntarnos ¿Para qué puede servir entonces la redundancia en el análisis de los EIA?

Una de las maneras de asegurar la supervivencia del mensaje frente a las interferencias y distorsiones del entorno/contexto es la de aumentar la serie de señales de manera que se repitan. El problema añadido es que entonces o bien se incrementa el número señales del mensaje (y con ello se incrementa el coste de la transmisión) o bien se reduce la información que contiene el mensaje. Desde esta perspectiva, la elección de una metáfora determinada puede ser vista como una forma de redundancia que enriquece la transmisión de un mensaje, ya que proporciona múltiples representaciones de un concepto, facilitando la interpretación en ciertos modelos mentales.

En conclusión, en toda comunicación tendría que existir un equilibrio entre información y redundancia: una señal con información máxima y con una redundancia mínima hace muy probable que el mensaje se pierda; y una redundancia máxima no deja espacio para la información en el mensaje. En este sentido puede decirse que la redundancia, aunque supone una reducción de la información, admite también un resguardo de éxito de la transmisión.

Es así que la redundancia aporta la garantía suficiente para que un mensaje se pueda transmitir sin error, García Mayoraz (1989) hace una diferenciación entre información y comunicación: “la información es eminentemente entrópica, repele la redundancia, en cambio la comunicación en su núcleo informador de su contenido tiene que ser información, pero en su caparazón, su soporte, tiene que ser redundancia” (p. 35).

Por lo tanto, surgen dos aspectos de análisis que se pueden encontrar en un EIA: una es la información referida a los contenidos como consecución de los objetivos del material instructivo y actividades presentadas en diversos formatos (documentos digitales, material impreso, sitios webs, 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. De esta manera, la información que transmite la interfaz relacionada con los canales de comunicación tendría que presentar una alta redundancia (apoyada en metáforas), para que sea intuitivo de utilizar, invite a la interacción (affordance) y funcione como un medio adaptable para transmitir contenidos y actividades de acuerdo a los modelos mentales de los participantes. Por lo tanto, la redundancia es necesaria en el mensaje que imprime el soporte como canal para acceder a la información que está en el material instruccional y en las tareas.

#### **5.4.- Sistemas abiertos inestables que evolucionan**

Tanto los organismos vivos como las estructuras artificiales creadas por el hombre presentan una tendencia a una mayor heterogeneidad (elementos del sistema bien diferenciados con respecto al entorno/contexto en donde interactúa) y unos niveles crecientes de organización. Ello es debido a que el incremento “natural” de la entropía que se produce es contrarrestado en los sistemas abiertos gracias precisamente a esos intercambios de flujos de información con el entorno. Cambios de objetivos o estructuras hacen que la entropía total pueda mantenerse oscilante e incluso pueda disminuir, eso dependerá del tipo de interacciones que se produzcan.

Es claro que estos flujos que provienen del entorno/contexto crean perturbaciones e inestabilidades en la estructura, pero la asimilación adecuada de los mismos, no su eliminación o neutralización, es la que permitirá que el sistema siga funcionando. De este modo, como afirma Sarabia (1995) “en un sistema abierto, deben tener en todo momento despejado sus canales de información con el entorno y asumir el conflicto que supone la aceptación de la diversidad, ya que, en caso contrario, evolucionarán como los sistemas cerrados alcanzando su particular muerte térmica y marcándose como fin una degradación del fin original” (p. 56). Por lo tanto, permeabilizar la frontera entorno/contexto-sistema lleva a una situación de inestabilidad, pero si la estructura tiene un diseño adecuado (mediante proalimentaciones y retroalimentaciones adecuadas y una entropía oscilante) se adaptará y lo conducirá a un nivel más evolucionado y complejo. La inclusión de las tecnologías (los dispositivos móviles de los estudiantes, por ejemplo) en el aula es el caso paradigmático de una eterna discusión sobre si “estabiliza” o “inestabiliza” el sistema educativo ¿Son adecuadas las

medidas institucionales/gubernamentales para evitar el uso de dichos artefactos en la clase? ¿Qué se gana y qué se pierde prohibiéndolos?

En resumen, la entropía  $H$  puede tener un comportamiento oscilante cuando los estudiantes interactúan con los recursos del EIA, puede aumentar cuando se incrementa la cantidad de recursos (posibles eventos como documentos digitales, foros, cuestionario) ya que hay más incertidumbre (recordar el evento de la moneda y del dado), más aún si tienen aproximadamente la misma probabilidad de que acontezca cada uno de ellos. Esto implica ofrecer un mayor grado de libertad al estudiante para que pueda realizar su propio itinerario interactuando con los elementos del espacio que crea necesario, eso incrementa la complejidad del sistema, ya que en forma continua irá apareciendo nuevos componentes. Un crecimiento de la entropía no es necesariamente negativo en este contexto pues, puede promover la creatividad, la colaboración y la diversidad de perspectivas en el entorno educativo. Por otro lado, la entropía pueda disminuir si se adiciona elementos de control y regulación (relacionado con la incorporación de canales de comunicación que promuevan la retroalimentación) como normas de trabajo, mensajes, documentos o materiales multimedia donde se proporcionen consejos para utilizar y explorar los distintos recursos del espacio interactivo y también, incorporando canales de comunicación para atender consultas referidas a un tema.

Por lo tanto, las variaciones entrópicas dependerán tanto de la configuración del EIA, como del comportamiento del entorno/contexto, es decir, de las estrategias planteadas por el docente, de las interacciones y mensajes que se produzcan, de los recursos que vayan apareciendo y, por último, de la predisposición, conocimientos previos, motivaciones y modelos mentales que tenga el estudiante.

### ***Cuando lo redundante implica retroalimentación***

*Cuando en varios momentos de la clase el docente como emisor les reitera la pregunta a los estudiantes “¿Queda claro lo que recién expliqué?”, lo hace para asegurarse de que la información se está transmitiendo de manera efectiva y es recibida en forma adecuada por los receptores. Funciona como un acuse de recibo que la transmisión de la información fue apropiada en forma correcta. Esta verificación en el proceso de comunicación reduce la ambigüedad y aumenta la fiabilidad de la comunicación, es una frase que puede destilar redundancia, pero a la vez, también es una invitación a la retroalimentación para proseguir con el diálogo en la clase.*

Así como en el aula, este libro plantea una interacción dinámica con los lectores. Es por eso que me motiva compartir con ustedes planteos y reflexiones, tanto como desarrollo de conceptos, que nacieron de mi experiencia como profesor y hoy tengo el honor de dejar registradas en esta obra ¿Alguna pregunta sobre lo visto hasta ahora?

# Capítulo 6

## Diseño del EIA y el plan B

### 6.1.- La entropía oscilante en el Escenario Interactivo de Aprendizaje

En el desarrollo cotidiano de la práctica docente muchas veces se nos presenta dudas al incorporar y configurar diversos recursos en un ambiente interactivo como un aula virtual donde se dispone de foros, cuestionarios, documentos digitales, por ejemplo. Es bueno decir, en relación a esto que, desde el enfoque sistémico, un análisis del comportamiento de la entropía nos puede dar claros indicios para establecer criterios para seleccionar qué recursos son los más adecuados en un Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA), como fue mencionado en sus orígenes en diversos trabajos de investigación (Lara, 2004b; 2008 y Lara, González y Ariza, 2008).

Se desprende entonces, una cuestión importante en el diseño de un EIA: no hay razón para incorporar indiscriminadamente herramientas y elementos para proponer un “espacio interactivo adecuado”. Pues ¿De qué puede servir tener una parafernalia de recursos en un ambiente interactivo sino los empleamos adecuadamente? Es en este punto donde un análisis sistémico junto con una planificación pertinente toma relevancia; la presencia de cada recurso tiene que estar justificada desde una planificación flexible.

Por otro lado, al llevar a cabo nuestra práctica docente en un EIA se nos puede presentar un dilema: ¿Podemos replicar los mismos recursos y materiales en la próxima cohorte? Ejercemos nuestra tarea en una comunidad de aprendizaje, donde se comparten objetivos comunes en forma colaborativa para la adquisición de conocimiento. La adaptación continua de la curación de contenidos y el diseño de materiales es esencial para mantener la relevancia y efectividad en una comunidad de aprendizaje. A medida que diferentes cursos se van sucediendo, es preciso ajustar y personalizar los recursos para satisfacer las necesidades y contextos específicos de cada grupo. Mediante una evaluación diagnóstica se puede recabar información y adaptar la curación de

contenidos, el diseño de materiales y actividades, promoviendo una experiencia de aprendizaje más inclusiva, significativa y enriquecedora. Además, se fomenta un entorno de aprendizaje dinámico y receptivo, donde se aprovechan las diversas perspectivas y se satisfacen las necesidades cambiantes de los estudiantes.

El desafío en el diseño de estos ambientes de aprendizaje es encontrar un punto de equilibrio entre el orden y la desorganización de la estructura; en este sentido, la clave es considerar al escenario como un sistema alternadamente abierto/aislado con una estructura básica (con contenidos diversos y canales de comunicación) que irá creciendo armónicamente con la incorporación de elementos a medida que se desarrolle el curso. Y, para que vaya expandiéndose, precisará sustentarse de señales proveniente del entorno/contexto, las retroalimentaciones.

Como ya se mencionó anteriormente, abrir el sistema nos lleva hacia lo desconocido, ya que está sujeto a influencias del entorno, donde se pueden presentar ciertas inestabilidades como, por ejemplo, las intervenciones de los participantes de la clase. Los aportes de los estudiantes y el docente no están guionados y están inmersos en un mar de incertidumbre que ninguna planificación por más minuciosa que sea la puede presagiar; pero dicho desequilibrio, con las intervenciones adecuadas permite que el sistema pueda evolucionar. Entonces, ese crecimiento será controlado, ya que el espacio interactivo contará con elementos como una planificación pertinente que guiará el proceso desde su génesis, como también el seguimiento continuo del docente que aportará la retroalimentación y la inclusión de canales cuando lo crea conveniente para que el sistema cumpla con la función encomendada. Esto se da cada vez, y es sin lugar a dudas, un gran desafío para los docentes estar atentos a lo qué funcionó en la vez anterior y cómo hacer los ajustes pertinentes para lograr cada vez espacios más dinámicos y adaptables.

Lo que se propone en este libro, no es crear un espacio interactivo basándose en un valor fijo alto o bajo de entropía, sino que la misma varíe permanentemente, a veces creciendo y a veces disminuyendo. De esta manera, se propone un sistema que tenga la característica de abrirse y cerrarse, de acuerdo a las estrategias que se plantee. En algún momento la estructura suministrará información y en otro, recibirá información del entorno. ***Una oscilación controlada de la entropía*** permite que un ambiente de aprendizaje sea más interactivo, en este caso, la presencia y

secuenciación armónica de los recursos son relevantes.

Desde una perspectiva inversa podemos inferir que, si la entropía de un sistema fluctúa (crece y disminuye), se puede afirmar que es un sistema abierto y que existen recursos en el espacio interactivo que contiene elementos que se van incorporando paulatinamente como también, canales de comunicación que permite vincularse con el entorno, produciendo interacciones dinámicas. Reflexionando sobre esta afirmación nos podríamos hacer el siguiente interrogante: ¿Un comportamiento oscilante de la entropía en el aula garantiza una buena práctica docente?

### **6.1.1.- Estrategias para controlar la variación de la entropía en el EIA**

En un EIA, el objetivo principal es mantener la variación de la entropía del sistema dentro de ciertos límites. Desde esta perspectiva, la apertura sistémica implica que todo el entorno/contexto puede influir, desde el perfil del docente y el estudiante como también a los objetivos que persigue la institución educativa e inclusive, las políticas gubernamentales que rigen el funcionamiento macro de toda la estructura ¿acaso no sucede día a día que los aspectos coyunturales inciden en la toma de las decisiones macro y micro de nuestras vidas?

Es así que el análisis del comportamiento de la entropía está en función del tiempo, donde la secuenciación de recursos e interacciones toma relevancia, En consecuencia, consideremos cómo podría variar la entropía en las diferentes instancias que pueden acontecer en un curso:

- ✓ *Momento en que la entropía puede crecer: el estudiante asume nuevos retos y oportunidades.*
- Situación de exploración y descubrimiento: se puede percibir un cierto grado de crecimiento de la entropía cuando los estudiantes están indagando herramientas recientemente incorporadas al espacio, la presentación de nuevos conceptos o resolviendo problemas complejos. Esto les permite experimentar, tener dudas y analizar los errores que se pueden cometer en un ambiente más impredecible y diverso. Es el caso de una actividad grupal donde se implemente la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP),

los estudiantes tienen que resolver un problema complejo desde diversas perspectivas (política, económica y social, por ejemplo) utilizando como canal un documento colaborativo como una wiki. Cada estudiante puede proponer diferentes enfoques o estrategias para solucionar cada fase del problema en un contexto específico.

- Enfoque temático diverso: al fomentar la interacción y la discusión desde múltiples perspectivas, promueve el pensamiento lateral y crítico. Se presenta, por ejemplo, en un espacio de debate sobre un tema histórico, los estudiantes pueden aportar desde diferentes aspectos incluso, desde su experiencia personal. Algunos pueden enfocarse en los aspectos políticos, otros en los sociales, y otros en los económicos. Cada perspectiva agrega una capa de complejidad al tema, convirtiéndose en un sistema más complejo con múltiples variables a considerar.

✓ *Momento en que la entropía puede disminuir: el estudiante consolida lo que ha aprendido.*

- Organización de contenidos: los objetivos de aprendizaje claros, la distribución efectiva del contenido y la presentación estructurada (secuencia lógica) de los temas con su correspondiente material de apoyo, hacen un espacio interactivo más predecible. En un curso se puede presentar la situación donde los módulos del curso como unos videos estén organizados de manera lógica, desde conceptos básicos hasta temas avanzados. Los estudiantes pueden acceder a los materiales de apoyo, actividades y autoevaluaciones de acuerdo con esta estructura. Esto reduce la sensación de caos y aumenta la predictibilidad en el espacio interactivo.
- Retroalimentación, seguimiento y evaluación: cuando el docente utiliza los canales de comunicación para realizar un aporte en el momento justo, tanto en las instancias de consultas y en la devolución de los procesos de evaluación y seguimiento, puede reducir la entropía. Sería positivo que, después de completar una tarea, un estudiante reciba retroalimentación específica y constructiva del docente. Este aporte podría señalar sus fortalezas y áreas a mejorar, proporcionando orientación sobre cómo abordar los futuros desafíos, disminuyendo así la incertidumbre.

✓ *Momento de oscilaciones controladas: mantenimiento del interés y motivación de los estudiantes.*

En las etapas iniciales del cursado, la entropía podría aumentar a medida que los estudiantes exploran canales y conceptos nuevos, y luego disminuir a medida que se profundiza en la indagación del contenido o por las retroalimentaciones que se suceden. Por otro lado, la entropía también podría oscilar a medida que los estudiantes realizan una tarea grupal, donde se debate y se generan ideas antes de converger en una solución o propuesta final de la consigna. Esto puede suceder cuando el docente inicia la clase exponiendo un hecho enigmático o un misterio histórico para aumentar el interés de los estudiantes. A medida que avanzan en el curso, se exploran conceptos y otros eventos más profundos y complejos. La entropía aumenta cuando los estudiantes se sumergen en nuevos temas o se contraponen argumentos, y luego disminuye a medida que el docente proporciona información adicional y se producen retroalimentaciones para responder consultas o realizando aportes para mantener el interés en una temática determinada.

De esta manera, más allá de la presencia de diversos elementos en un EIA, el docente puede promover la oscilación controlada de la entropía realizando las siguientes prácticas:

- √ Establecer reglas claras en la modalidad de trabajo: definiendo expectativas y “normas de convivencia” para todos los participantes del espacio interactivo, estableciendo períodos temporales flexibles para las actividades a realizar, de esta manera, se puede mantener un ritmo y una estructura adecuada. Esto hará que el sistema en su conjunto tenga un nivel controlado de organización.
- √ Introducir nuevos recursos y materiales de manera gradual: la presentación de contenidos y elementos interactivos se irán complejizando en forma progresiva, la organización se puede presentar en módulos o unidades temáticas para facilitar su acceso y navegación. Esto ayudará a los estudiantes a tener tiempo de adaptarse a los cambios y evitar la sobrecarga de información.
- √ Proporcionar a los estudiantes oportunidades de elección y control: puede suceder al proponer diversas opciones de temáticas determinadas para abordar en la clase, recursos a utilizar, modalidad de trabajo como tareas colaborativas, de proyectos. Esto favorecerá las condiciones de autonomía, autorregulación y motivación del estudiante.

- √ Crear desafíos y oportunidades de aprendizaje que sean relevantes para los intereses de los estudiantes: plantear temas actuales, interesantes y referidos a un contexto más próximo. Esto les servirá para vincularse a los contenidos y actividades encomendadas desde un ámbito específico.
- √ Proveer retroalimentación y apoyo permanente: mediante la provisión de información necesaria al estudiante, respuestas a las consultas y la entrega de informes de su rendimiento, con las sugerencias necesarias para mejorar. Ése es el motivo, por lo que es recomendable mantener abierto desde el principio, un canal de comunicación bidireccional entre el docente y los estudiantes.
- √ Proporcionar metodologías de evaluación variadas y flexibles: ofreciendo diferentes opciones de evaluación para los estudiantes, como cuestionarios, proyectos, ensayos o presentaciones utilizando herramientas diversas, tanto en forma individual como grupal, para adaptarlos a los diferentes modelos mentales. Permitiendo, a la vez, oportunidades de revisión y mejora de las tareas encomendadas.
- √ Evaluar los procesos acaecidos en el sistema y la estructura del EIA de manera continua: esto permitirá al docente identificar fallas e inconvenientes producidos durante el cursado, optimizar las estrategias propuestas, analizar los elementos del ambiente de aprendizaje y estar dispuesto a realizar cambios y ajustes, tanto del espacio interactivo como de la planificación cuando lo crea necesario.

El objetivo en un EIA es mantener un equilibrio entre los itinerarios posibles que ofrece el hipervínculo y el orden en el esquema organizativo del sistema, permitiendo que los estudiantes puedan sumergirse en el proceso de aprendizaje, pero también brindándoles la estructura y el apoyo necesario para comprender y asimilar la información. En última instancia, esa ecuanimidad dependerá de los objetivos de aprendizaje y de las necesidades de los estudiantes en un contexto determinado. También, es importante considerar la secuenciación del contenido, el nivel de conocimiento de los estudiantes y las características de sus modelos mentales al determinar la preferencia de estabilidad o variabilidad en la entropía del EIA. Cada entorno educativo puede requerir un enfoque específico para lograr los mejores resultados.

## **6.2.- ¿Qué influencia pueden tener los canales en el comportamiento de la entropía?**

En el Capítulo 2 se analizaron los diferentes canales disponibles en un espacio interactivo, cada uno de ellos con sus propias características y potenciales funciones. En ese sentido, la disponibilidad de cada uno de ellos debe ser seleccionado de acuerdo a las estrategias que desea plantear el docente, como afirma Piscitelli (2002) “la proliferación de transmisores, medios, herramientas de difusión, etcétera, en vez de generar más sentido aumenta el ruido y la desinformación” (p. 17), es así que se hace necesario el planteo de una propuesta de diseño y planificación del EIA que considere la inclusión de los recursos y su posible influencia en la variación de la entropía del sistema.

### **6.2.1.- Entropía en la comunicación**

La comunicación en estos ambientes interactivos se produce principalmente por los diálogos que se suceden entre el docente y los estudiantes (tanto en forma individual como grupal), considerando las interacciones mencionadas en el Capítulo 2 (Anderson y Elloumi, 2008), se hace referencia a la interacción docente-estudiante y estudiante-estudiante.

Considerando el comportamiento de la entropía, esta podría disminuir cuando, por ejemplo, los estudiantes hacen consultas específicas por un chat y el docente responde en forma clara, estructurada y bien organizada a esa petición; esto sucede porque la previsibilidad aumenta sobre el tipo de información que se transmite. Por otra parte, la entropía podría crecer cuando en un foro, el docente realiza una pregunta abierta que admite diferentes niveles de análisis y perspectivas; esto ocurre porque las posibles respuestas de los estudiantes confieren una gran variedad de aspectos. Más allá del comportamiento de la entropía, para que este tipo de interacciones sucedan, el EIA debe promover canales que faciliten la bidireccionalidad y la multidireccionalidad en la comunicación, donde el nivel del diálogo establecido sea simétrico.

Con respecto a la inmediatez, aquellos recursos asincrónicos, como el foro de debate o el correo electrónico proporcionan una mayor flexibilidad en el proceso de comunicación que los sincrónicos, ya que los participantes de la clase pueden acceder al canal cuando lo crean

conveniente. Los recursos sincrónicos como la videoconferencia o el chat, tienen una respuesta inmediata, pero es necesario estar conectados todos al mismo tiempo, lo que los hace más rígidos en cuanto a la instancia de intervención.

Es recomendable que alguno de estos canales, estén permanentemente habilitados y disponibles tanto en su versión sincrónica (como el chat o un sistema de mensajería instantánea) como asincrónica (como un foro o un sistema de mensajería asincrónico), para proporcionar a los estudiantes por lo menos dos vías alternativas de comunicación que se adapte mejor a su contexto personal para poder vincularse con el resto de la clase.

Cabe aclarar que aquellos recursos que referencian a actividades tienen incorporado un canal de comunicación específico para facilitar el seguimiento y la retroalimentación de la tarea realizada por el estudiante. En este sentido, en el caso de un cuestionario, por ejemplo, se lo puede configurar para que, de acuerdo a cada respuesta, le corresponda una réplica específica que puede servirle como orientación o guía de mejora, si es necesario. También el docente puede informarle al estudiante sugerencias en un espacio de retroalimentación global.

## **6.2.2.- Entropía y los contenidos**

Los ambientes interactivos de aprendizaje permiten a los estudiantes acceder a diferentes fuentes de información y contenidos curados por el docente en diversos formatos, como documentos digitales, videos, simulaciones, archivos de audios o imágenes (infografías, mapas conceptuales, entre otros). Los recursos que permiten el acceso a contenidos, admiten las interacciones estudiante-contenido, docente-contenido y contenido-contenido. En la interacción contenido-contenido, el enlace o hipervínculo tiene un rol fundamental, ya que “mediante el hipertexto, el lector ha de tener un rol activo al seleccionar su itinerario, al construir su propio texto, paralelo al del autor, por lo que las experiencias de leer y escribir textos cambian radicalmente” (García Aretio, 2002, p. 184). Por otro lado, le da una apertura al sistema y un alto grado de adaptabilidad al usuario, ya que puede trasladarse por diversos enlaces y, mediante un trayecto completamente trazable (por un registro histórico, por ejemplo), puede regresar y revisar contenidos ya vistos (haciendo que su itinerario sea único y reversible) según sus

propias necesidades e interés.

Analizando el comportamiento de la entropía, ésta podría decrecer cuando el docente crea una carpeta en el aula virtual que contiene una página con enlaces directos a documentos digitales, videos y grabaciones de audio relacionados con el tema del curso, proporcionando instrucciones claras sobre cómo navegar y utilizar los recursos disponibles; lo que puede proporcionar certeza a los estudiantes para encontrar la información relevante y cómo utilizarla de manera efectiva. Por otro lado, la entropía podría crecer cuando se promueve el acceso a una amplia gama de materiales digitales si una curación adecuada por parte del docente; esto podría aumentar la incertidumbre sobre el tipo de contenido que los estudiantes pueden encontrar y utilizar en sus estudios.

Estos canales generalmente son unidireccionales, ya que los contenidos son los que transmiten la información en un único sentido y son generalmente asincrónicos, la ventaja de este modo, es que permite acceder a ellos en cualquier momento. Es el caso de un libro, la mayor proporción de información es la que se transmite desde el medio (la página que escribió el escritor) al lector, en estos momentos estás leyendo este párrafo, cualquier duda o reafirmación de una idea no hay forma que te puedas comunicar desde el libro conmigo, tendrías que buscar otro canal de comunicación para hacerlo.

Hay que tener en cuenta, como ya se mencionó anteriormente, que en la actualidad están surgiendo una gran cantidad de recursos con tecnología de Inteligencia Artificial (IA) que rompe con la característica mencionada anteriormente. Es el caso del chat IA, que tiene características bidireccionales, donde se produce un verdadero diálogo entre el usuario y el sistema inteligente (con una gran capacidad de información y conocimiento en todas las disciplinas).

### **6.2.3.- Entropía y las actividades**

El EIA también dispone de recursos que permiten la realización de tareas como cuestionarios, presentación de trabajos monográficos o en otros formatos, wiki (u otro documento colaborativo) y aportes a un glosario realizado por los estudiantes, entre otros.

Con respecto a la variación de la entropía, ésta podría disminuir en un trabajo grupal con una wiki si los estudiantes se asignan roles y trabajan

de forma organizada, a medida que los estudiantes contribuyen con contenido, la información se estructura de manera más coherente. En cambio, la entropía podría crecer cuando se plantean cuestionarios con consignas abiertas que admiten múltiples respuestas, esto sucede porque las respuestas pueden variar de acuerdo al nivel de detalle y perspectivas, y podría incrementarse más aún si no hay una retroalimentación del docente que oriente este proceso, lo que aumentaría la incertidumbre.

En el uso de estas herramientas, también toma relevancia un componente derivado de un canal de comunicación que permite llevar a cabo una retroalimentación específica de la actividad, en este punto, el rol del docente como facilitador puede orientar el trabajo realizado por el estudiante o un grupo, que es de fundamental importancia para controlar las variaciones de la entropía y cumplir con los objetivos propuestos en la planificación.

### **6.3.- Los canales y su influencia potencial en la entropía**

Un entorno de aprendizaje recomendable es aquel que promueve las interacciones, en donde la entropía global del sistema pueda oscilar. Para que fluctúe en forma controlada, se tiene que permitir la aparición secuencial de nuevos recursos y que se produzcan todo tipo de interacciones en diferentes direcciones y sentidos. En consecuencia, las estrategias planteadas por el docente, las intervenciones de los participantes de la clase y la combinación de recursos (complementariedad y diversificación de los canales en el espacio interactivo) permitirá tener una alternancia de la entropía.

Cabe indicar que la presencia de los 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 (ya sea en los mensajes establecidos, materiales y actividades) 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.

Se expone, a continuación, a modo de ejemplo, los recursos y canales clasificados según su función y los casos en que la entropía puede crecer o disminuir.

Función	Recurso/ canal	Casos que se puede presentar	Variación de la entropía
Comunicación	Video	a) Si se establece una organización, con un moderador (el docente, por ejemplo) que mantiene el control de la conversación y se interactúa en forma ordenada. b) Cuando el tema propuesto no es variado o ya fue tratado anteriormente.	Disminuye
	Conferencia	a) Si no hay un moderador o una metodología que organice el uso del recurso, hay una gran cantidad de participantes y todos intervienen al mismo tiempo. b) Cuando se presenta un nuevo tema o se plantea otra perspectiva de enfoque a un contenido.	Aumenta
	Foro de debate	a) Existe una moderación y se establece una adecuada regla de participación para mantener el orden de los aportes realizados, se utilizan categorías para los hilos de discusión y se promueve la participación respetuosa y constructiva. b) Se presenta un tema ya conocido o debatido.	Disminuye
	Mensajería/chat	a) Si no hay una moderación para eliminar contenido irrelevante o inapropiado. Si hay muchas discusiones paralelas sin una categorización adecuada y múltiples hilos de conversación desorganizados. b) Cuando se expone un nuevo tema o se analiza desde una perspectiva distinta un contenido.	Aumenta
		a) Si se establecen reglas claras de comunicación, se evita el envío excesivo de mensajes innecesarios y se fomenta la organización de la información. b) Cuando se presenta información conocida o de orientación en caso que se produzca una consulta.	
		a) Si se produce una sobrecarga de mensajes, respuestas fuera de contexto o un desorden en los mensajes enviados. b) Cuando se presenta una nueva consigna de trabajo.	Aumenta
Contenidos	Guía de estudio, libros, material instruccional, repositorio de videos u otro formato multimedia	a) Si se proporcionan contenidos actualizados y organizados de manera lógica y secuencial. Si se ofrece orientación sobre cómo utilizar eficazmente los materiales o los elementos de la interfaz del EIA. b) Cuando los estudiantes utilizan el material para revisar otro contenido previamente abordado.	Disminuye
		a) Si los materiales están desorganizados o si hay versiones desactualizadas o contenido inexacto. b) Cuando los estudiantes utilizan el material para explorar diferentes tipos de información o se la enfoca desde otra perspectiva.	Aumenta
	Chat IA	El sistema responde en forma precisa y relevante a la consulta realizada.	Disminuye
Actividad	Cuestionario, wiki, glosario, entre otros.	Cuando no responde o proporciona una respuesta que es incorrecta, confusa o ambigua.	Aumenta
		a) Si se diseñan consignas de trabajo claras y precisas. Se proporciona retroalimentación constructiva a los estudiantes durante y después de completar la tarea. b) Cuando los cuestionarios se utilizan para revisar material previamente abordado.	Disminuye
		a) Si las consignas no están bien diseñadas, contienen preguntas ambiguas o el seguimiento presenta respuestas incorrectas. b) Cuando la tarea se utiliza para generar nuevas ideas o perspectivas sobre un tema determinado.	Aumenta

Podemos concluir, entonces que, en definitiva, el recurso, según sus propias características, abre una variedad de interacciones potenciales en el EIA, sin embargo, las configuraciones de los canales, las estrategias planteadas por el docente y el contenido de los mensajes que se transmiten, definen al final el comportamiento que tendrá la entropía.

#### **6.4.- La necesidad de tener un plan B: una nueva propuesta de planificación**

Como se mencionó anteriormente, el canal por sí solo no determina el comportamiento de la entropía en un EIA, requiere la conjunción de acciones y de otros elementos que están comprendidos en la planificación. En un sentido folclórico, a la planificación docente muchas veces se la considera como una ilusión, una expresión de deseos con un formato impuesto por las autoridades donde todos los objetivos de aprendizaje se alcanzan puntualmente, los estudiantes tienen un rendimiento óptimo y el tiempo se doblga ante la práctica docente. En nuestra tarea diaria, una planificación adecuada es útil y necesaria al trabajar en un sistema abierto y susceptible a la incertidumbre.

Pero más allá de ser generalmente, un documento estandarizado, se puede considerar como un instrumento que sirva de apoyo al docente y, como toda proalimentación negativa, busca realizar una proyección sobre las tareas y estrategias a implementar para que se cumplan los objetivos propuestos, estableciendo una visión integral del proceso que se llevará a cabo. Sin embargo, este plan no puede considerarse como algo rígido y estático, debe ser permeable y sujeto a lo imponderable, de ahí lo de tener siempre medidas alternativas de respaldo, un plan B y un C, si es necesario, para poder analizar lo eventual del impacto de lo improbable y adaptarlo para que puedan cumplirse los objetivos pretendidos.

*Hace unos años cuando fui docente en una escuela técnica recuerdo a un colega que era muy meticuloso con la planificación, y lo que hacía al inicio año lectivo era completar en una sola jornada el diario de temas que iba a dictar en todo el período educacional. Por lo que una suspensión de clase inesperada, ya sea por un corte del suministro de energía eléctrica o de agua (muy usual, lamentablemente) volteaba por completo con su planificación soñada. La proalimentación fundamentalista propone un sistema rígido y muy susceptible de caer en el incumplimiento.*

Si bien se tiene en cuenta componentes que contiene una planificación docente tradicional, se describe a continuación los aspectos claves que se puede considerar al realizar una planificación desde una perspectiva sistémica con sus respectivas preguntas orientadoras:

a) El entorno/contexto: ¿Cuáles son las características del docente, de los estudiantes y la institución educativa? ¿Qué recursos están disponibles? ¿Cuáles son las necesidades del entorno? ¿Cuáles son las políticas educativas? Es fundamental comprender las características y necesidades de los estudiantes, así como el entorno/contexto en el que se llevará a cabo el aprendizaje. Esto incluye considerar la diversidad de los niveles de conocimiento previo, modelos mentales y disponibilidad de tecnología por parte de los estudiantes.

b) Los objetivos de aprendizaje: ¿Qué conocimientos, habilidades o competencias específicas deben tener los estudiantes al final del curso? ¿Cómo se medirá el proceso? ¿Cómo se relacionan estos objetivos con las necesidades de los estudiantes y los resultados esperados? Los objetivos son las metas que se esperan que los estudiantes alcancen al final del curso y deben estar orientados a promover las interacciones necesarias entre los participantes de la clase y los recursos del EIA. Proporcionan una dirección clara y un propósito para el diseño del curso y orienta a los estudiantes a comprender lo que se espera de ellos, otorgando un marco coherente para la evaluación del aprendizaje.

c) Estrategias: ¿Qué estrategias pedagógicas se utilizarán para lograr los objetivos de aprendizaje? ¿Cómo se adaptarán al entorno interactivo y a las características de los estudiantes? Las estrategias son las acciones que el docente llevará a cabo para lograr los objetivos de aprendizaje. Son enfoques y métodos utilizados para facilitar la adquisición de conocimientos y habilidades por parte de los estudiantes que deben ser compatibles con los recursos del EIA. Algunas estrategias que se pueden sugerir son el aula invertida (flipped classroom), aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en juegos (gamificación), entre otros.

d) Las tecnologías: ¿Qué tecnologías se utilizarán en el EIA? ¿Qué herramientas tenemos a disposición para apoyar las estrategias de enseñanza y aprendizaje? Es relevante elegir tecnologías que sean suficientes y adecuadas para el propósito de aprendizaje, que tengan la

posibilidad de producir una variación de la entropía y que sean accesibles para los estudiantes. Estas incluyen:

- I. Canales de comunicación: ¿Qué canales se utilizarán para fomentar la interacción, la colaboración y la retroalimentación? ¿Estos canales son adecuados para las necesidades de los estudiantes y para el tipo de interacción que se desea promover? ¿Cómo se comunicarán las expectativas, los recursos y las políticas del curso a los estudiantes? Los canales de comunicación deben ser diversos y permitir una adecuada interacción entre los estudiantes, el docente y los recursos incluidos en el EIA. Se debe establecer una comunicación efectiva con los estudiantes, incluyendo la disponibilidad para responder preguntas y brindar el apoyo correspondiente.
- II. Presentación de contenidos: ¿Cómo se organizará el contenido para que sea coherente con los objetivos de aprendizaje? ¿Están adaptados a los conocimientos previos y modelos mentales de los estudiantes? ¿Cómo se organizarán de forma lógica y secuencial? ¿Son atractivos y motivadores para los estudiantes? Es recomendable estructurar el contenido del curso en módulos o unidades, y seleccionar los temas y actividades relevantes en función del tiempo. La estructura del contenido tiene que ser coherente y orientada a los objetivos y debe organizarse de manera lógica y secuencial, definiendo qué información se presentará, cómo se presentará, en qué orden y en qué momento.
- III. Propuesta de actividades: ¿Las tareas son significativas para los estudiantes? ¿Promueven la interacción entre los estudiantes y el contenido? ¿Qué canal de comunicación se utilizará para retroalimentar las tareas realizadas? Las actividades deben ser variadas, desafiantes y promover la interacción entre los estudiantes con el contenido y el docente, mediante un adecuado diseño de consigna de trabajo y retroalimentaciones oportunas que sirvan para orientar al estudiante.

e) Entropía: ¿Qué estrategias se pueden utilizar para alterar la entropía a medida que los estudiantes avanzan en el curso? ¿Cómo podemos considerar la oscilación controlada para mantener a los estudiantes interesados y comprometidos sin crear confusión? ¿Cómo mantener el equilibrio entre la variabilidad de la entropía y la estructura del EIA? ¿Qué estrategias alternativas se puede implementar ante lo imponderable? Una planificación didáctica puede incluir actividades que fomenten la

interacción entre los estudiantes y el docente, el uso de recursos variados y desafiantes, y la evaluación formativa. La presencia de los recursos, su secuencialidad, duración y sus características (direccionalidad, tipo de interacción y sincronización) es fundamental.

f) Evaluación de actividades y retroalimentación: ¿Cómo se medirá el logro de los objetivos de aprendizaje? ¿Qué criterios se utilizarán para calificar las tareas de los estudiantes? ¿Qué recursos se utilizarán para proporcionar una retroalimentación efectiva? El docente debe planificar estrategias de evaluación que permitan medir el progreso de los estudiantes y verificar si se están alcanzando los objetivos esperados. Además, se debe proporcionar retroalimentación necesaria y oportuna para guiar al estudiante en su propio itinerario de aprendizaje.

g) Monitoreo y adaptación continuo del sistema: ¿Cómo se recopilará la información de las interacciones de los estudiantes y el docente en el EIA? ¿Qué cambios se pueden hacer en el ambiente interactivo para mejorar la experiencia en futuras ocasiones? ¿Cómo se revisará regularmente el desempeño de los estudiantes y se adaptará el curso en función de sus necesidades? Es en este punto donde el docente tiene el atributo de poder cambiar el rumbo, modificar las estrategias, recursos y actividades, en caso que lo crea conveniente. El docente podría realizar un seguimiento continuo del progreso de los estudiantes y estar dispuesto a realizar ajustes en la interfaz en función de la retroalimentación y los resultados. Esto garantiza que el espacio de aprendizaje sea efectivo y adaptable a las necesidades cambiantes del estudiante.

Un gran reto es crear una planificación de acuerdo al contexto personal de cada docente, que sea verdaderamente útil y que sirva para contrastar con los hechos que suceden en realidad. Luego de haber presentado los elementos que constituye una planificación ¿Cómo presentarías toda esta información en una planificación que sea a tu medida? ¿Cómo la adaptarías a tu propio contexto? ¿Qué factores son para ti prioritarios? ¿Es verdaderamente útil para ti planificar?

Como conclusión, se puede afirmar que el comportamiento oscilatorio de la entropía proporciona indicios claros para configurar un ambiente interactivo que contemple diferentes vías de comunicación, acceso a contenidos y actividades adaptadas al contexto.

# Epilogo

*La separación es solo una ilusión*

**Deepak Chopra**

Este apartado final tiene como objetivo, realizar una breve revisión con aportes aclaratorios de los temas abordados en el libro, y sobre todo ser honesto con la intención que subyace en mí como autor, y que fue decididamente el motor de la escritura ¿Por qué y para qué escribir un libro que combine algunos aspectos de la física con la teoría de la información orientados a una temática educativa? Porque en este universo todos estamos conectados, como también, algunas leyes físicas pueden sobrevolar sobre distintas disciplinas aparentemente inconexas, para elucidar nuevos itinerarios y perspectivas de análisis. Este desafío implicó un estudio transversal de conceptos y principios aparentemente disímiles, cómo también compartir un lenguaje natural tratándose de términos por momentos abstractos, lo que me llevó a buscar modos del cómo “aterrizar” las ideas, ejemplificar e hilar el contenido para brindar algunas herramientas que espero les sean útiles para que puedan llevar a la práctica.

Con este libro se buscó presentar pautas para diseñar un Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA) desde una perspectiva distinta. Muchas veces como docentes realizamos nuestra tarea utilizando un ambiente interactivo como una aplicación en un dispositivo móvil, en un sitio web o en un aula física o virtual ¿Tenemos algún criterio para diseñar entornos interactivos considerando las estrategias y recursos disponibles?

Este libro nos llevó por distintos recorridos, iniciamos nuestro camino con el modelo tradicional de comunicación de Shannon y Weaver; donde fue posible analizar la direccionalidad en la comunicación, reconocer el tipo de diálogo que permite el canal, como también estudiar aquellos recursos que admiten diversos tipos de interacciones, todos estos elementos fueron relevantes para comprender cómo funciona un EIA, y, además proporcionan condiciones necesarias para diseñar y planificar estos ambientes interactivos.

Desde el enfoque sistémico, se pudo analizar el EIA y el proceso de aprendizaje en su totalidad y en forma integral, se consideró los

componentes y cómo interactúan entre sí. También se describió la retroalimentación, que es clave para realizar un seguimiento de las interacciones y la proalimentación, que tiene un rol relevante para llevar a cabo la proyección de lo que se puede hacer en la práctica docente con la inclusión de estas tecnologías. Al englobar el aprendizaje desde una perspectiva sistémica, se reconoce que el proceso no se limita a una sola dirección o enfoque, sino que es una red compleja de interacciones multidireccionales y retroalimentaciones inesperadas que pueden influir en los modelos mentales.

Es así que la inclusión del comportamiento de la entropía de un sistema interactivo nos pudo ofrecer un indicio, una fundamentación de cómo poder organizar nuestro EIA y, además, de proyectar de alguna manera, lo que podría suceder en ese ambiente. Si bien se presentó algunos planteos matemáticos que pueden complejizar la temática, *el análisis de la variación de la entropía tuvo un sesgo eminentemente cualitativo* y orientado a casos que puede ocurrir en la práctica cotidiana.

Por otro lado, al abrir un sistema para que interactúe con el entorno, hace que sea más adaptable y dinámico, pero también, se potencie la posibilidad de inestabilidades, dando lugar a lo inesperado. En este punto sería bueno preguntarnos ¿Cuántas veces algo evoluciona desde el caos? Como afirma Scolari (2004), al crear un entorno interactivo, el diseñador del sistema transmite implícitamente a los objetos que construye una serie de normas de funcionamiento; sin embargo, la historia social de las tecnologías nos demuestra que los usos y apropiaciones tecnológicas siempre escapan a la lógica productiva y a los deseos de quien diseña el EIA ¿Qué quiero decir con esto? Que por supuesto, podemos esforzarnos para crear condiciones óptimas en un espacio interactivo, sin embargo, como nos pasa en nuestra clase cotidiana, siempre está presente la incertidumbre que emerge en las interacciones que no podemos planificar ni predecir. Entonces surge, como un momento o fase de planificación el seguimiento permanente del docente, el testeado de las interacciones nos permite comprobar el estado de la situación, y, si es necesario realizar un cambio de rumbo.

En el último capítulo se presentó un nuevo concepto, *la oscilación controlada de la entropía*, donde el orden y el desorden pueden convivir armónicamente en el ambiente interactivo, jugando con la secuenciación de recursos (contenidos y actividades) y retroalimentaciones necesarias para que la entropía del sistema oscile. Considero que, al ser un ambiente abierto, existe la posibilidad de que los usuarios puedan apropiárselo,

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 ambiente de aprendizaje. Esto significa tener la oportunidad de moldear el escenario como uno quiera. Un ejemplo podría ser la personalización del perfil en un aula virtual, la configuración para recibir las notificaciones en otros dispositivos también es otra forma de alinear sus preferencias, por otro lado, los estudiantes también pueden crear sus propias carpetas personalizadas en su espacio de almacenamiento personal para organizar los materiales del curso.

El diseño y la planificación permiten la optimización de recursos, esto es especialmente importante en el contexto educativo, donde los recursos, como tiempo, materiales y tecnología, son limitados. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, como docentes debemos estar preparados para lo inesperado y planificar también sobre la incertidumbre.

En el marco del panorama educativo y su constante evolución, es crucial analizar los desafíos que presenta los dispositivos y sus aplicaciones hasta las tensiones socioculturales que se suceden. Estas situaciones disruptivas, no nos tiene que dar miedo, no solo desafían la estabilidad del sistema educativo, sino que también generan oportunidades para replantear miradas y estrategias, adaptarse y encontrar soluciones innovadoras y alternativas.

Por último, el enfoque transdisciplinar propuesto, lleva a que se pueda profundizar la temática desde distintas perspectivas y en diferentes disciplinas, este libro se orientó específicamente a espacios interactivos educativos, pero puede implementarse también en la educación presencial y en otros estudios donde tenga relevancia la transmisión de la información y la interacción.

Llegamos al final de nuestro viaje, espero que este libro haya ampliado tu mirada sobre la práctica docente mediada por tecnologías desde una perspectiva diferente, y también, te proporcione criterios para abordar los desafíos educativos en un mundo digital en constante evolución.

*¡Gracias por acompañarme en este viaje! Nuestro itinerario continúa, nunca concluye. Así es la docencia.*

# Glosario

**Aprendizaje:** proceso mediante el cual un sistema, ya sea biológico, social o artificial, adquiere conocimiento, habilidades, comportamientos o capacidades que le permiten adaptarse y mejorar su desempeño en su entorno o en la realización de tareas específicas.

**Aprendizaje simple** (también llamado “aprendizaje adaptativo” o “de bajo nivel”): Es aquel proceso de aprendizaje que se realiza sin cambiar los modelos mentales del que aprende.

**Aprendizaje generativo** (también llamado “aprendizaje de alto nivel” o “aprendizaje reconstructivo”): Es aquel aprendizaje donde se llega a transformar los modelos mentales.

**Canal:** Es el medio a través del cual se transmite la señal desde el emisor hasta el receptor.

**Comunicación:** Proceso de transmisión de información entre dos o más agentes o sistemas.

**Comunicación unidireccional:** La comunicación que fluye en una sola dirección, desde un emisor hacia un receptor, sin retroalimentación alguna.

**Comunicación bidireccional:** La comunicación que implica la interacción entre dos agentes o sistemas en ambas direcciones, con la capacidad de enviar y recibir mensajes con el mismo nivel de jerarquía.

**Comunicación multidireccional:** La comunicación que involucra a múltiples partes, permitiendo la interacción en múltiples direcciones entre varios emisores y receptores con el mismo nivel jerárquico.

**Comunicación sincrónica:** La comunicación que ocurre al mismo tiempo, donde los participantes interactúan simultáneamente.

**Comunicación asincrónica:** La comunicación que ocurre en tiempo diferido, permitiendo que los participantes interactúen en momentos diferentes.

**Contexto:** Conjunto de circunstancias, condiciones y factores sociales, culturales e históricos que influyen en el sistema, proporciona el marco de referencia en el que funciona la estructura.

**Emisor:** Es quien inicia el proceso de comunicación y tiene la intención de transmitir un mensaje.

**Enseñanza:** Proceso dinámico entre el docente y los estudiantes que involucra diversas interacciones y retroalimentaciones. La enseñanza se produce cuando alguien aprende.

**Entorno:** Conjunto de elementos externos (condiciones físicas o naturales) que interactúan con un sistema, afectando su funcionamiento, comportamiento y desarrollo.

**Entropía:** Nivel de desorden o caos en un sistema, que puede afectar la eficiencia y la organización.

**Equilibrio termodinámico:** es un estado de un sistema en el que sus propiedades macroscópicas no cambian con el tiempo. Este estado se alcanza cuando el sistema está aislado de su entorno o cuando el entorno no tiene ninguna influencia sobre el sistema.

**Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA):** Ambiente de aprendizaje en el que el docente y los estudiantes interactúan con el contenido y entre sí de forma activa.

**Interacción:** El acto de intercambiar información, ideas o influencias entre agentes o elementos dentro de un sistema.

**Inteligencia:** Capacidad de analizar, evaluar y comparar información. Adaptarse al ambiente, comprender y seleccionar entornos que se ajusten a las habilidades individuales. También involucra adaptarse de manera efectiva a situaciones nuevas, enfrentar problemas de la vida cotidiana y ser creativo en la resolución de desafíos.

**Interfaz gráfica:** Sistema visual que permite a los usuarios interactuar con dispositivos electrónicos, aplicaciones informáticas o programas a través de elementos gráficos como iconos, botones, menús y ventanas.

**Mensaje:** Es la información o contenido que se transmite del emisor al receptor a través del canal.

**Meta-aprendizaje (también llamado “aprendizaje de proceso”):** Facultad de aprender a aprender, habilidad que se tiene para cuestionarse sobre la propia capacidad de aprendizaje, tanto del aprendizaje simple como del generativo.

**Modelo mental:** Ideas y creencias generales que dan forma a nuestros pensamientos y actos. Se utilizan para comprender y explicar el mundo que nos rodea.

**Oscilación controlada de la entropía:** Variación de la entropía en un sistema, manteniendo límites preestablecidos entre el orden y el cambio.

Proalimentación (también llamado feedforward): proceso en el que la información fluye desde la entrada del sistema hacia adelante sin tomar en cuenta la salida o los resultados actuales. Se utiliza para anticipar y prever lo que podría suceder en el futuro en función de las acciones o decisiones que se toman en el presente.

Proalimentación negativa: El sistema toma medidas para contrarrestar un cambio anticipado, reduciendo así la desviación del sistema de su estado deseado. Puede mejorar la estabilidad del sistema al anticipar y corregir los cambios potenciales en el entorno antes de que afecten significativamente al sistema.

Proalimentación positiva: Sucede cuando una predicción o anticipación de un cambio aparta la estructura del estado esperado. Puede llevar a un aumento en la sensibilidad del sistema a las perturbaciones externas, lo que podría disminuir su estabilidad.

Receptor: Es el componente que recibe y decodifica la señal transmitida por el emisor a través del canal.

Retroalimentación (también llamado feedback): Es un mecanismo de control en el cual la señal de salida del sistema vuelve a la entrada. Es la información que se devuelve al sistema sobre su propio comportamiento. Permite que las acciones sucesivas tengan en cuenta los resultados de acciones pasadas.

Retroalimentación negativa: Es aquella que mantiene un nivel organizado del sistema, lo estabiliza y lo lleva a cumplir con la misión que tiene. Se ocasiona cuando los cambios del sistema vuelven hacia atrás para oponerse al cambio original, de forma que amortiguan el “efecto inicial”.

Retroalimentación positiva: Tiende a amplificar los efectos de la condición inicial y pueden transportar al sistema a nuevos estados. El sistema se aleja cada vez más rápidamente del punto que se encontraba inicialmente, es inestable o variable, puede favorecer su crecimiento (si se desea cambiar al sistema) o su declive según el punto de partida (si se desea no modificar la estructura).

Señal: Es la forma en que se codifica el mensaje para ser transmitida a través del canal.

Sistema: Un conjunto de elementos interconectados que trabajan juntos para lograr un objetivo o función específica.

Sistema abierto: Sistema que interactúa con su entorno/contexto y recibe entrada o influencia del mismo.

Sistema aislado: Sistema que no intercambia energía ni materia ni información con su entorno/contexto y opera de manera autónoma.

Sistema complejo: Sistema que exhibe comportamientos emergentes no lineales, donde las interacciones entre los componentes dan lugar a propiedades y patrones que no pueden preverse fácilmente a partir de la comprensión individual de cada elemento.

## Bibliografía

1. Anderson, T. y Elloumi, F. (2008). Theory and practice of online learning. Athabasca University.
2. Aramburu Goya, N. (2000). Tesis doctoral: Un estudio del aprendizaje organizativo desde la perspectiva del cambio: implicaciones estratégicas y organizativas. Universidad de Deusto. San Sebastián.
3. Atkins, P. (1991). Fisicoquímica. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana.
4. Bellomo, S. (2023). Educación aumentada: desafíos de la educación en la era de la inteligencia artificial. Globethics: Suiza. URL: <https://repository.globethics.net/handle/20.500.12424/4293074>
5. Buckingham, D. (2005). Educación en medios. Barcelona: Paidós.
6. Cabero, J. (1990). Análisis de medios de enseñanza. Sevilla: Alfar.
7. Cuenca, J. L. (1999). Tres lugares comunes para la entropía. Revista Encuentros Multidisciplinares. URL: [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/684766/EM\\_3\\_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/684766/EM_3_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
8. Cuenca, J. L. y Reyes, M. (1997). La entropía: medida de la desigualdad. I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía: Andalucía en el umbral del siglo XXI. URL: [https://www2.uca.es/escuela/emp\\_je/investigacion/congreso/mdc004.pdf](https://www2.uca.es/escuela/emp_je/investigacion/congreso/mdc004.pdf)
9. Estebanell, M. (2002). Interactividad e interacción. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 1 (1). URL: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1252603.pdf>
10. García, R. (2006). Sistemas complejos. Barcelona: GEDISA.
11. García Aretio, L. (2002). La educación a distancia. Barcelona: Ariel.
12. García Mayoraz, J. E. (1989). Entropía/Lenguajes. Buenos Aires: Hachette.
13. Glasstone, S. (1972). Tratado de química física. Madrid: Aguilar.
14. Lara, L. R. (2022). Interacciones y consideraciones sistémicas en el aula virtual. En E. E. Aveyra & 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>
15. 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/argentina2018/9eeOYLfS6Q5D4HpS1mHQ2HkWBclyL8XNlHqWcNiU.pdf>

16. 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.
17. Lara, L. R., & Gutiérrez, L. (2016). El Escenario Interactivo de Aprendizaje (EIA), su inclusión en un aula virtual. En R. Roig Vila (Ed.), *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 2596-2605). Octaedro.
18. Lara, L., González, M., & Ariza, C. (2008, octubre). Materiales instructivos interactivos: un enfoque sistémico. En *8vas Jornadas de Ciencia y Tecnología de la Facultad de Humanidades* (pp. 1-10). Universidad Nacional de Catamarca.
19. Lara, L. R. (2008). Efectos termodinámicos en el diseño de materiales multimedia. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 12 (2). URL: <https://doi.org/10.5944/ried.2.11.949>
20. Lara, L. R. (2004a). El efecto de la entropía en los softwares multimediales educativos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(2), 169-190. URL: <https://doi.org/10.35362/rie3422996>
21. Lara, L. R. (2004b). Introducción a un modelo complejo de software multimedia educativo. *Revista de Educación a Distancia*, 12, 2-13. URL: <https://www.um.es/ead/red/12/lara.pdf>
22. Levy, A. (2007). *Estrategia, cognición y poder*. Buenos Aires: Granica.
23. Marqués, P. (1995). *Software educativo*. Barcelona: EMA-Estudis.
24. Moore, M. (1997). "Theory of transactional distance" Keegan, D., ed. "Theoretical Principles of Distance Education". En D. Keegan (Ed), *Theoretical Principles of Distance Education* (pp. 22-38). Routledge. URL: <http://www.c3l.uni-oldenburg.de/cde/found/moore93.pdf>
25. Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta*. Buenos Aires: Nueva Visión.
26. Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Buenos Aires: Nueva Visión.
27. O'Connor, J. y McDermott, I. (1998). *Introducción al pensamiento sistémico*. barcelona: Urano.

28. Piscitelli, A. (2002). *Ciberculturas 2.0*. Buenos Aires: Paidós.
29. Prigogyne, I. () Tan Sólo una ilusión. URL: <http://www.upv.es/laboluz/rev/rev-2/prigo.htm>
30. Salinas, J. (2005). Nuevos escenarios de aprendizaje. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Salinas-5/publication/232242510\\_Nuevos\\_escenarios\\_de\\_aprendizaje/links/02bfe5100ea5a7b332000000/Nuevos-escenarios-de-aprendizaje.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Salinas-5/publication/232242510_Nuevos_escenarios_de_aprendizaje/links/02bfe5100ea5a7b332000000/Nuevos-escenarios-de-aprendizaje.pdf)
31. Sánchez Cerezo, S. (1991). *Léxicos tecnología de la educación*. Madrid: Santillana.
32. Sarabia, A. (1995). *La teoría general de sistemas*. Madrid: Isdefe.
33. Scolari, C. A. (2018). *Las leyes de la Interfaz*. Barcelona: GEDISA.
34. Scolari, C. A. (2004). *Hacer clic*. Barcelona: GEDISA.
35. Shannon, C. y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Illinois: University of Illinois Press.
36. Sims, R. (1997). Interactivity: A Forgotten Art?. *Computers in Human Behavior*, 13 (2), 157-180. URL: [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(97\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(97)00004-6)
37. 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. URL: <https://doi.org/10.1109/HICSS.1999.772803>
38. Van Gigch, J. (2006). *Teoría general de sistemas*. México: Trillas.
39. Véricourt, F., Cukier, K. y Schönberger, V. M. (2021). Los marcos mentales (y la virtud humana en la era digital). *Ethic*. URL: <https://ethic.es/2021/11/los-marcos-mentales-y-la-virtud-humana-en-la-era-digital/>
40. Villa, A. y Yániz, C. (1999). *Aprendizaje organizativo y desarrollo profesional*. Universidad de Deusto. URL: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev31ART3.pdf>

# Biografía

## Luis Rodolfo Lara



Luis Lara es Ingeniero Electricista, Master en Tecnología de la Educación y Master en Procesos Educativos Mediados por Tecnologías. Fue profesor e investigador en la Universidad Católica de Santiago del Estero (Argentina) y profesor visitante de cursos de posgrados referidos a la educación a distancia en la Universidad Nacional de Santiago del Estero (Argentina). Realizó diversos cursos de posgrados a distancia con convenio de la OEA para la comunidad docente Hispanoamericana. También ejecutó tareas de extensión sobre la inclusión de las tecnologías en diversos establecimientos educacionales como consultor del programa Conectar-Igualdad. Actualmente es profesor en el área de tecnología educativa e investigador en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FaCEN) de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa), donde ejerció la dirección de diversos proyectos de investigación relacionados con la inclusión de las tecnologías en el ámbito educativo desde una perspectiva sistémica. Es autor de diversos artículos científicos presentados en revistas y congresos referidos a la temática. Actualmente es CEO del sitio EduCOM LATAM ([educom.com.ar](http://educom.com.ar)) donde se imparte cursos de acceso libre para docentes de Hispanoamérica y se difunde artículos y noticias sobre la presencia e impacto de las tecnologías en la práctica docente.

Email de contacto: [reolara@educ.ar](mailto:reolara@educ.ar)

En *El Escenario Interactivo de Aprendizaje. Diseño, metodología y entropía*, Luis Rodolfo Lara transita preguntas centrales para la pedagogía actual. El libro propone el escenario como un punto de anclaje teórico que posibilita un nuevo modo de desplegar interrogantes de nuestra práctica docente. Anclar y dar centralidad al espacio para ver de qué manera dicho escenario despierta distinciones que merecen nuestra atención en tanto docentes: ¿a qué transformación nos convoca la centralidad que tienen los nuevos escenarios? ¿Cómo interactuar en la construcción de aprendizaje en la era actual? Luis Lara nos invita a un tránsito reflexivo donde condensa una síntesis de su trayectoria académica y profesional en un gesto por articular propuestas de innovación en educación: para diseñar hay que identificar las preguntas metodológicas que subyacen en la base de toda propuesta, no sin antes advertir la entropía que atraviesa a toda transformación de nuestras concepciones y prácticas educativas.

ISBN 978-631-00-3615-1



9 786310 036151

