

APLICACIÓN DE LAS CIENCIAS DEL APRENDIZAJE A LA EDUCACIÓN MÉDICA

MARTA RENDA
USF SerraMar

CARMEN RODRIGUEZ-REINADO
Universidad de Huelva

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el aprendizaje multimedia está presente en prácticamente todas, si no todas, las áreas de la educación. Sin embargo, la mayoría de los docentes utilizan este tipo de aprendizaje de acuerdo a lo que ellos mismos consideran que es el método de aprendizaje de los estudiantes, ignorando la existencia de principios bien estudiados sobre la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia.

Dada su importancia, la educación médica o no médica, debe guiarse por una teoría basada en: 1) cómo aprenden las personas: ciencia del aprendizaje; 2) por principios basados en la evidencia sobre cómo diseñar una instrucción eficaz: ciencia de la instrucción. (Mayer, 2005, 2010).

Se entiende por ciencia del aprendizaje como la explicación de cómo las personas aprenden mientras que la ciencia de la instrucción es el estudio científico de cómo ayudar a la gente a aprender. (Mayer, 2005)

El aprendizaje es un cambio en el conocimiento del alumno, atribuibles a la experiencia e debe inferirse examinando cambios en el rendimiento del alumno. Conocimiento incluye hechos y conceptos (conocimiento en sentido estricto), procedimientos y estrategias (habilidades) y creencias (actitudes). (Mayer, 2005)

La teoría del aprendizaje multimedia se basa en el hecho de que las personas aprenden mejor a través de palabras e imágenes que solo con palabras. (Mayer, 2005)

Richard Mayer (Profesor de Psicología de la Universidad de California en Santa Bárbara, Estados Unidos) y sus colaboradores han desarrollado varios trabajos en el área de ciencia del aprendizaje y el aprendizaje multimedia, hace más de 20 años. Hay, sin embargo, otras teorías sobre este tema.

Si bien no es un tema reciente, es pertinente recalcarlo, sobre todo en los tiempos que corren, por la necesidad de renovar la educación. En el pasado, la enseñanza se basaba en gran medida en palabras, habladas o escritas, pero hoy en día, gracias al desarrollo tecnológico, el panorama de la enseñanza ha cambiado. Sin embargo, simplemente agregar imágenes a las palabras no garantiza una mejora en el aprendizaje. Necesitas saber cómo combinarlos. Es necesario recurrir a un modelo pedagógico que pueda asegurar la eficacia de los procesos cognitivos y al mismo tiempo brindar una gran satisfacción al educando.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es exponer cómo se procesa el aprendizaje multimedia y sus principios, con el objetivo de mejorar la educación médica.

3. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los principios del aprendizaje multimedia aplicado a la educación médica, definidos por Richard Mayer.

4. RESULTADOS

La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia es la explicación de cómo las personas aprenden a partir de palabras e imágenes (combinación de aprendizaje verbal y pictórico). Se basa en la idea de que las

personas tienen canales separados para procesamiento de palabras e imágenes, que la capacidad para procesar la información en la memoria de trabajo es limitada, e el aprendizaje significativo requiere un procesamiento cognitivo apropiado durante el aprendizaje. (Mayer, 2005, 2010)

Un mensaje multimedia es una comunicación que contiene palabras e imágenes destinadas a promover el aprendizaje. Esta comunicación puede realizarse por cualquier medio, ya sea en papel o informático. Las palabras pueden estar impresas (libro) o habladas (narración). Las imágenes pueden ser estáticas (ilustraciones o fotografías) o dinámicas (animación o videoclip). (Mayer, 2005, 2010)

La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia se basa en tres supuestos (Mayer, 2005, 2010):

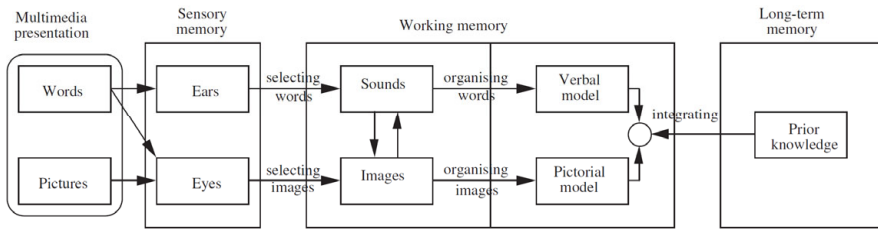
1. Primero está la suposición de doble canal, según la cual los humanos tienen canales separados para procesar información visual y auditiva; el primero es el canal visual-pictórico, que procesa información vista por el ojo (como ilustraciones, animaciones, videos o texto en pantalla); el otro canal es el canal auditivo-verbal, información recibida por los oídos (como palabras narradas); aunque la información ingresa a través de uno de los canales, los humanos pueden convertir la información y representarla en el otro canal; por ejemplo, una palabra escrita a la pantalla ingresa inicialmente a través del canal visual, pero las imágenes pueden convertirse mentalmente en sonidos, que son procesados por el canal auditivo; de la misma manera, una narración que describe un determinado evento es procesada inicialmente en el canal auditivo ingresando por los oídos, pero el humano es capaz de formar simultáneamente una imagen mental correspondiente al fenómeno descrito, que será procesada por el canal visual; (Mayer, 2005)
2. El segundo supuesto es que los humanos tienen un límite en la cantidad de información que se puede procesar en un momento dado en cada canal; cuando la información se presenta en el canal visual, el estudiante puede retener solo unas

pocas imágenes en la memoria de trabajo en un momento dado; esta no es una copia exacta del material presentado, sino partes de ese material; del mismo modo, cuando se somete al alumno a una narración entrando en el canal auditivo, sólo retendrá unas pocas palabras en la memoria de trabajo en un momento dado, que reflejarán sólo partes de lo narrado y no la narración completa y exacta; aunque es difícil de definir, Richard Mayer sugiere que la mayoría de las personas pueden tener de cinco a siete "piezas" de información en la memoria de trabajo en un momento dado; (Mayer, 2005, 2010)

3. El supuesto del procesamiento activo establece que los humanos no aprenden simplemente absorbiendo información pasivamente, sino que necesitan involucrarse en procesos cognitivos activos, es decir, identificar y seleccionar material relevante, organizarlo en modelos visuales y/o verbales e integrar estos nuevos modelos con conocimiento previo; es decir, los humanos participan activamente en procesos cognitivos para construir una representación mental coherente de sus experiencias; el aprendizaje activo ocurre cuando el estudiante aplica procesos cognitivos a la nueva información entrante, procesos cuyo propósito es ayudar al estudiante a dar sentido a esa información; el resultado de estos procesos cognitivos activos es la construcción de una representación mental coherente. (Mayer, 2005, 2010)

Según el profesor Richard Mayer (2005, 2010), quien ha desarrollado varios trabajos en el área del aprendizaje multimedia, tenemos tres tipos de memoria: memoria sensorial (tiene una copia sensorial exacta de lo que se presentó por un tiempo muy breve $< 0,25$ segundos), memoria de trabajo (tiene una versión más procesada del material de entrada durante un período < 30 segundos y puede procesar solo unas pocas piezas de material en cualquier momento) y memoria a largo plazo (contiene todo el almacén del alumno de conocimientos durante largos periodos de tiempo) (Figura 1).

FIGURA 1. Modelo cognitivo de aprendizaje multimedia.



Fuente: Mayer, R. E. (2005). Cognitive Theory of Multimedia Learning (p.37)

Las imágenes y las palabras llegan del mundo exterior en forma de presentación multimedia y entran en la memoria sensorial a través de los ojos y los oídos. Las palabras habladas entran por los oídos, las palabras escritas y las imágenes entran por los ojos. La memoria sensorial permite que la memoria sensorial visual retenga imágenes y palabras escritas durante un período de tiempo muy corto, y que la memoria sensorial auditiva retenga palabras habladas y otros sonidos, también por un período de tiempo corto. (Mayer, 2005, 2010)

La tarea central del aprendizaje tiene lugar en la memoria de trabajo. Esto se usa para retener temporalmente el conocimiento en la conciencia activa y para manipularlo. En la memoria de trabajo tenemos dos modalidades sensoriales -visual y auditiva- y aquí se elaborarán modelos pictóricos y verbales, con relaciones entre ellos. Las palabras habladas entrantes son sostenidas como sonidos, mientras que las palabras impresas entrantes y las imágenes se mantienen como imágenes; sin embargo, la flecha de imágenes a sonidos indica que las palabras impresas son convertidos en sonidos para su procesamiento en el canal verbal. El alumno organiza mentalmente las palabras en un modelo verbal, indicado por las flechas organizar palabras, y mentalmente organiza las imágenes en un modelo pictórico, indicado por las flechas organizar imágenes. (Mayer, 2005, 2010) Mayer (2005) nos da el ejemplo de que cuando escuchamos la palabra gato, mentalmente creamos la imagen de un gato. Por el contrario, cuando vemos la imagen de un gato, escuchamos mentalmente la palabra "gato". (Mayer, 2005)

En cuanto a la memoria a largo plazo, corresponde al lugar donde se almacenan los conocimientos previos del alumno. La memoria a largo

plazo puede retener grandes cantidades de conocimiento durante largos períodos de tiempo. El alumno conecta los modelos verbales y pictóricos entre sí y con el conocimiento relevante activado de la memoria a largo plazo, como lo indica la flecha integración. El aprendizaje significativo implica un procesamiento cognitivo activo (seleccionar, organizar e integrar) dentro de dos canales de información (el canal auditivo-verbal y el canal visual-pictórico) con limitada capacidad (la memoria de trabajo está limitada en la capacidad de procesamiento). (Mayer, 2005, 2010)

Según Mayer, para que el proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por materiales multimedia sea eficiente, se requieren cinco procesos cognitivos por parte del aprendiz (Mayer, 2005, 2010):

1. Seleccionar palabras relevantes para procesar en la memoria de trabajo verbal;
2. Seleccionar las imágenes relevantes para ser procesadas en la memoria de trabajo visual;
3. Organizar las palabras seleccionadas en un modelo verbal;
4. Organice las imágenes seleccionadas en un modelo pictórico;
5. Integrar representaciones verbales y pictóricas entre sí y con los conocimientos existentes.

En breve, la selección de material relevante ocurre cuando el estudiante presta atención a las imágenes y palabras apropiadas dentro del material presentado; esto implica pasar información del exterior a la memoria de trabajo. Si las palabras se presentan en el habla, el proceso comienza con el canal auditivo (como se indica en la figura 1 por las flechas de las palabras a los oídos para los sonidos). Si las palabras se presentan como texto escrito, el proceso comienza en el canal visual (como lo indican las flechas de palabra a ojo) y luego puede pasar al canal auditivo del estudiante que articula mentalmente las palabras escritas (como lo indican las imágenes). a los sonidos en la memoria de trabajo). La selección de imágenes relevantes implica que el alumno preste atención al mensaje. Comienza en el canal visual pero se puede convertir en parte al canal auditivo, por ejemplo, narrando

mentalmente una animación que estás viendo. La selección de palabras e imágenes no se hace arbitrariamente. El estudiante debe determinar qué palabras e imágenes son las más relevantes. (Mayer, 2005)

La organización del material seleccionado implica la construcción de relaciones estructurales entre los elementos; este proceso tiene lugar en la memoria de trabajo. Según Mayer (2005), las palabras tienen que estar organizadas en representaciones coherentes o estructuradas en memoria de trabajo - modelo verbal. Del mismo modo, las imágenes tienen que estar organizadas en representaciones coherentes o estructuradas en la memoria de trabajo - modelo pictórico. Tanto el proceso de organización de palabras como el de imágenes no son aleatorios. Reflejan el esfuerzo por construir una estructura simple que tenga sentido para el estudiante – por ejemplo, una relación de causa y efecto. (Mayer, 2005)

La integración del material seleccionado con el conocimiento previo implica construir conexiones entre la información que llega del exterior y las partes relevantes del conocimiento previo; este proceso implica pasar de tener dos representaciones separadas (modelo pictórico y modelo verbal) a tener una representación integrada en la que los elementos y las relaciones correspondientes de un modelo se superponen a los del otro. Es decir, implica construir conexiones entre las partes correspondientes del modelo pictórico y auditivo, así como activar el conocimiento que está en la memoria a largo plazo y trasladarlo a la memoria de trabajo. (Mayer, 2005)

En el aprendizaje multimedia, cada uno de estos cinco procesos cognitivos puede ocurrir varias veces a lo largo de la presentación multimedia, aplicándose a pequeños segmentos de información, es decir, los estudiantes seleccionan imágenes y palabras relevantes de la parte inicial del mensaje, las organizan e integran, solo entonces repita el proceso para otra parte del mensaje, y así. (Mayer, 2005)

La ciencia de la instrucción es el estudio científico de cómo ayudar la gente a aprender. Los objetivos son: reducir el procesamiento superfluo (procesamiento cognitivo que no sirve a un objetivo instruccional) durante el aprendizaje; a gestionar el procesamiento esencial

(procesamiento cognitivo destinados a representar el material esencial en la memoria de trabajo) durante el aprendizaje, y para fomentar el procesamiento generativo (procesamiento cognitivo destinadas a dar sentido al material) durante aprendizaje. (Mayer, 2005, 2010)

Al diseñar la instrucción, es importante asegurarse de que el procesamiento cognitivo del estudiante durante el aprendizaje no exceda su capacidad cognitiva. Es necesario especificar claramente el cambio de conocimiento que se pretende en el estudiante.

Hay 5 tipos de conocimiento. Todos estos tipos de conocimiento generalmente se requieren para ser competente en la mayoría de las tareas cognitivas. (Mayer, 2005)

1. Hechos – conocimiento de las características de los elementos del mundo, por ejemplo, saber que el ventrículo derecho es una parte del corazón; (Mayer, 2010)
2. Conceptos – conocimiento de modelos, principios, categorías y esquemas, como el conocimiento de los mecanismos de causa y efecto para el funcionamiento del corazón humano; (Mayer, 2010)
3. Procedimientos – conocimiento de los procesos paso-a-paso de cómo realizar una acción (Mayer, 2010)
4. Estrategias – conocer métodos generales para abordar problemas (Mayer, 2010)
5. Creencias – conocimiento sobre cómo funciona el aprendizaje o sobre la competencia como aprendiz (Mayer, 2010)

Para un aprendizaje efectivo, existen tres tipos de demandas sobre el sistema cognitivo del estudiante (Mayer, 2005, 2010):

6. Procesamiento extraño – existen estrategias o métodos que no están relacionados con el propósito educativo y que dificultan el aprendizaje de los contenidos; por ejemplo, cuando el texto que explica el funcionamiento del corazón está en una página y la imagen ilustrativa en otra; un desafío importante en la instrucción es reducir el procesamiento cognitivo extraño durante el aprendizaje, liberando la capacidad cognitiva;

7. Procesamiento esencial – tiene que ver con actividades que benefician el objetivo de aprendizaje; una meta importante en la instrucción es manejar el procesamiento esencial para que no abruma la capacidad cognitiva del estudiante;
8. Procesamiento cognitivo generativo: tiene como objetivo dar sentido al material presentado y depende de la motivación y la participación del estudiante en el aprendizaje; una meta importante en la instrucción es promover el procesamiento cognitivo generativo del estudiante.

Cuando hay mucho procesamiento superfluo debido a que la instrucción está mal diseñada (lo que Mayer denomina sobrecarga superflua), es posible que el alumno no tenga suficiente capacidad restante para participar en el procesamiento generativo y, por lo tanto, no lograr un resultado de aprendizaje significativo. Cuando se reduce el procesamiento superfluo, pero hay mucho procesamiento esencial porque el material es complejo (lo que Mayer denomina gastos generales esenciales), es posible que el alumno no tenga suficiente capacidad restante para participar en un aprendizaje significativo. Cuando se reduce el procesamiento superfluo y se gestiona el procesamiento esencial, el alumno puede tener capacidad de procesamiento pero no estar motivado para utilizarla para participar en un aprendizaje significativo (infrautilización). (Mayer, 2005, 2010)

Mayer (2005,2010) a través de la investigación experimental, desarrolló varios principios de aprendizaje multimedia, con el objetivo de reducir el procesamiento superfluo, administrar el procesamiento esencial y promover el procesamiento generativo.

- El **Principio de Coherencia** (Figura 2) establece que los humanos aprenden mejor cuando no se incluye material extraño e inquietante. Debemos eliminar los extras. Use solo la información que el estudiante realmente necesita. La mayoría de las veces, esto significa texto e imágenes simples que se relacionan directamente con el tema de aprendizaje; (DeBell, 2022)

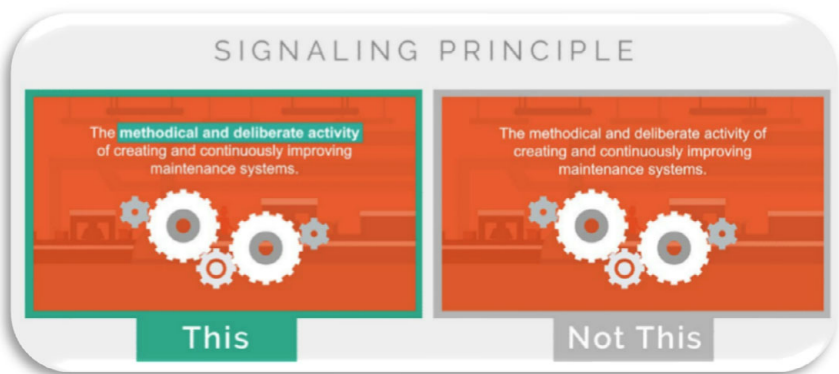
FIGURA 2. Principio de Coherencia.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Señalización** (Figura 3) significa que los humanos aprenden mejor cuando se les muestra exactamente a qué prestar atención en la pantalla. Debemos usar este principio resaltando cuidadosamente las palabras importantes, usar palabras indicadoras como 'primero, ... segundo, ... tercero', por ejemplo, usar flechas y anotaciones animadas. Otra forma de usar el principio de la señal es tener diapositivas o algo que separe claramente las secciones. Esta es una manera rápida y fácil de indicarle al alumno que está pasando al siguiente tema; (DeBell, 2022)

FIGURA 3. Principio de señalización.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Redundancia** (Figura 4) sugiere que los humanos aprenden mejor solo con narración y gráficos, en lugar de narración, gráficos y texto. Si tenemos narración y gráficos, entonces el texto en la parte superior es solo información redundante; (DeBell, 2022)

FIGURA 4. Principio de Redundancia.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Contigüidad Espacial** (Figura 5) se ocupa del espacio real entre el texto y lo visual en la pantalla. Los humanos aprenden mejor cuando el texto y las imágenes relevantes están físicamente juntos. Si creamos un video, debemos mantener todos los textos y gráficos relacionados físicamente juntos. Esto facilita que los estudiantes procesen la información, utilizando menos energía para determinar el significado; (De Bell, 2022)

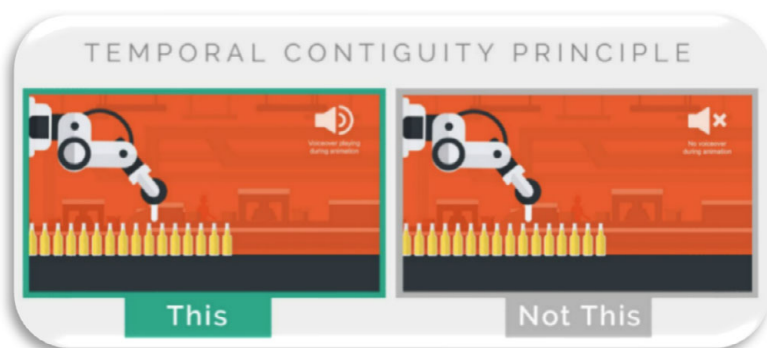
FIGURA 5. Principio de Contigüidad Espacial.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Contigüidad Temporal** (Figura 6) establece que los humanos aprenden mejor cuando las palabras y las imágenes correspondientes se presentan juntas en lugar de en orden consecutivo. La animación (o parte visual) debe ocurrir al mismo tiempo que el audio de la narración; (De Bell, 2022)

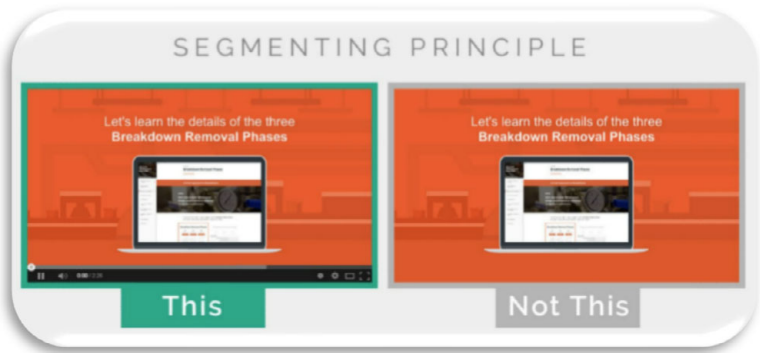
FIGURA 6. Principio de Contigüidad Temporal.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Segmentación** (Figura 7) establece que los humanos aprenden mejor cuando la información se presenta en segmentos en lugar de en un flujo largo y continuo, cuando una lección continua o grande es dividido en segmentos más pequeños, al ritmo del alumno. Mayer descubrió que cuando los estudiantes pueden controlar el ritmo de su aprendizaje, obtienen mejores resultados. Podemos usar este principio dando a los estudiantes más control sobre su aprendizaje, por ejemplo, permitiendo el control de la velocidad del video. Este principio también sugiere que el aprendizaje se divide en partes cada vez más pequeñas. La exposición debe ser corta y al punto. Ninguna lección, diapositiva o video debe contener demasiada información; (De Bell, 2022)

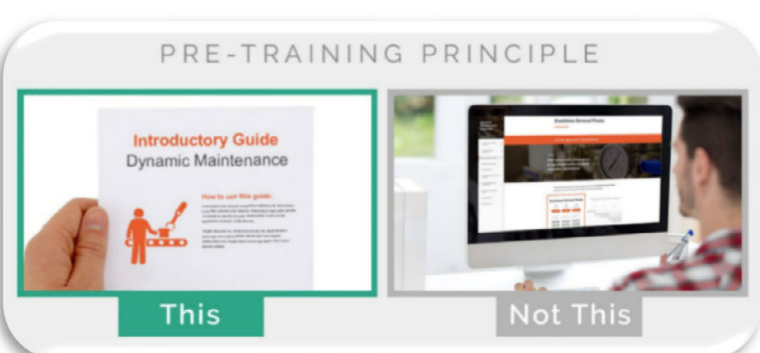
FIGURA 7. Principio de Segmentación.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Pre-Entrenamiento** (Figura 8) establece que los humanos aprenden más eficientemente si ya conocen los conceptos básicos, cuando ya saben los nombres y características de los conceptos clave. Si los estudiantes están preparados conociendo definiciones, términos o conceptos simples, ayuda con la retención y el compromiso de la memoria. Si queremos aprender algo nuevo, lo básico es la parte más importante. Podemos crear una "guía" introductoria o una "hoja de trucos" para que los estudiantes la usen antes de la clase. O cree una clase de "pre-entrenamiento" dedicada a comprender los conceptos básicos, antes de que el estudiante pase a lo real; (De Bell, 2022)

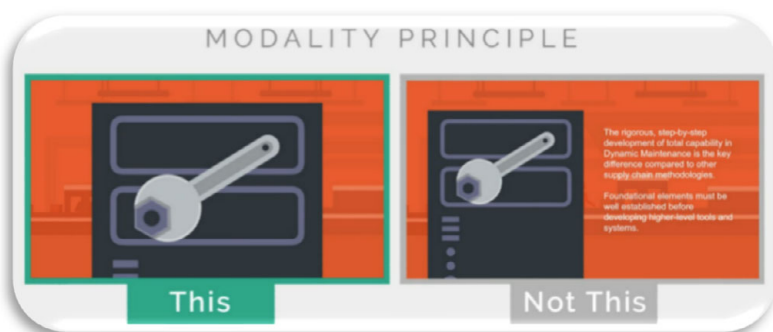
FIGURA 8. Principio de Pre-Entrenamiento.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Modalidad** (Figura 9) establece que los humanos aprenden mejor con imágenes y palabras habladas, en lugar de imágenes y palabras impresas. Esto significa que debemos usar el texto en pantalla con moderación y solo si hay elementos visuales que lo acompañen. Si hay demasiado texto, los estudiantes se sentirán abrumados. Deberíamos usar menos texto en la pantalla y más ayudas visuales. Use texto mínimo para definir términos clave, enumerar pasos o brindar orientación; (De Bell, 2022)

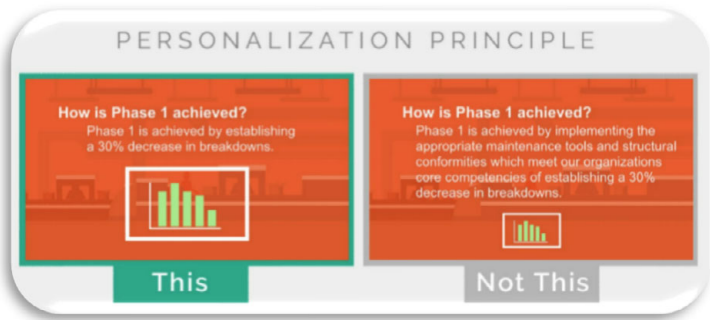
FIGURA 9. Principio de Modalidad.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Personalización** (Figura 10) establece que los humanos aprenden mejor con una voz casual que con una voz formal. Un tono humano genuino hace que la experiencia sea más natural y, por lo tanto, más fácil de aprender. Debemos utilizar un lenguaje sencillo y fácil de entender. Evite usar jerga o texto demasiado profesional e intente usar la primera persona (usted, yo, nosotros, nuestro).; (De Bell, 2022)

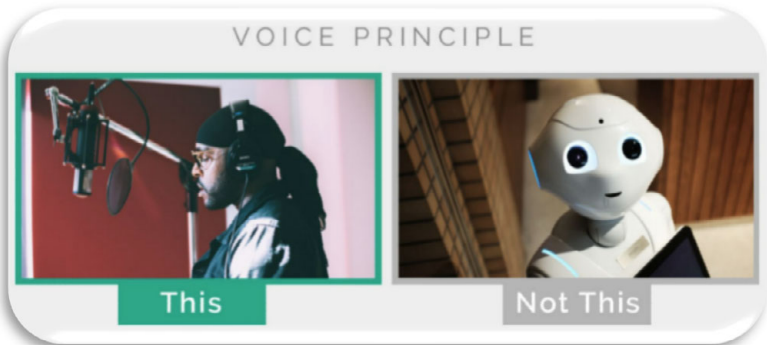
FIGURA 10. Principio de Personalización.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de la Voz** (Figura 11) establece que los humanos aprenden mejor con la voz humana que con la voz de la computadora. Similar al principio anterior, las personas aprenden mejor cuando el tono es humano. Debemos utilizar audios con narraciones realizadas por humanos; (De Bell, 2022)

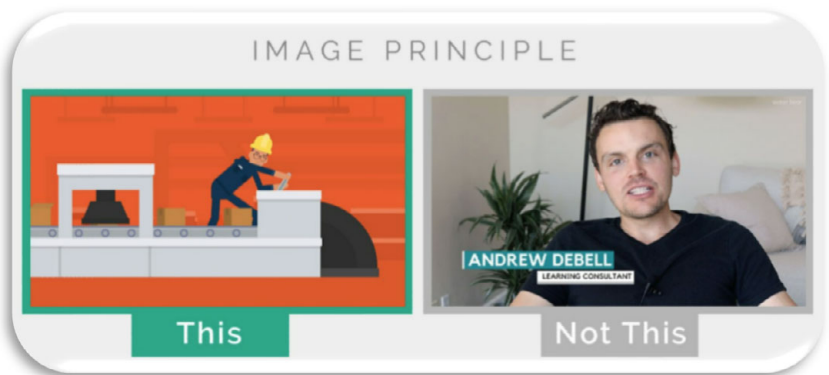
FIGURA 11. Principio de la Voz.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio de Imagen** (Figura 12) sugiere que es posible que los humanos no aprendan mejor de videos con solo instructores en pantalla; las animaciones y las imágenes son herramientas útiles para reforzar la narración de audio; (De Bell, 2022)

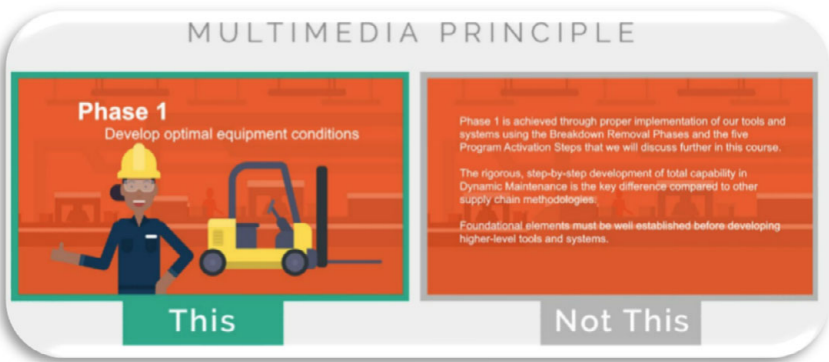
FIGURA 12. Principio de Imagen.



Fuente: DeBell A. (2022)

- El **Principio Multimedia** (Figura 13) establece que los humanos aprenden mejor con palabras e imágenes juntas, en lugar de solo palabras. Este principio es la idea principal detrás de los principios de Mayer. Las imágenes y las palabras funcionan mejor juntas que por separado. (De Bell, 2022)

FIGURA 13. Principio Multimedia.



Fuente: DeBell A. (2022)

5. DISCUSIÓN / CONCLUSIONES

La educación médica y no médica utiliza cada vez más estrategias de aprendizaje multimedia. Por eso, el conocimiento de cómo se produce el aprendizaje multimedia es fundamental para mejorar la enseñanza.

Mayer definió los principios del aprendizaje multimedia, que pretenden mejorar la calidad de este tipo de enseñanza. Los principios de coherencia, señalización y continuidad son clave para reducir el procesamiento superfluo. La aplicación de principios de pre-entrenamiento, segmentación y modalidad permite gestionar el procesamiento esencial. Los principios de multimedia, personalización y voz están destinados a promover el procesamiento generativo.

Los doce principios del aprendizaje multimedia definidos por Mayer pueden ser una herramienta muy útil como guía para que los docentes mejoren la calidad de la enseñanza.

Aunque algunos de estos principios parecen de sentido común, los profesores no siempre los aplican correctamente. Sería importante invertir en la formación de docentes en esta área.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

No aplicable.

8. REFERENCIAS

- Mayer RE. (2010). Applying the science of learning to medical education. *Medical Education*, Vol. 44, pp 543-549. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2923.2010.03624.x>
- Mayer, R. E. (2005). Chapter 3 - Cognitive Theory of Multimedia Learning. In (Mayer, 2005)(pp 31-48). New York: Cambridge University Press.
- DeBell A. (2022). How to Use Mayer's 12 Principles of Multimedia Learning [Examples Included]. Disponible en <https://www.linkedin.com/pulse/how-use-mayers-12-principles-multimedia-learning-examples-debell>