

Análisis de la carga cognitiva producida por el uso de subtítulos en material educativo multimedia y su relación con el aprendizaje

Analysis of the cognitive load produced by the use of subtitles in multimedia educational material and its relationship with learning.

Benjamín Maraza Quispe¹, Olga Alejandro-Oviedo², Walter Fernández-Gambarini³, Luis Cuadros-Paz⁴, Walter Choquehuanca-Quispe⁵ y Eduardo Rodríguez-Zayra⁶
^{1,2,3,4,5,6}Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Resumen

La investigación tiene como objetivo desarrollar un análisis de la carga cognitiva producida por el uso de subtítulos en material educativo multimedia y su relación con el aprendizaje. La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación presenta un enfoque cualitativo de tipo experimental, la población seleccionada para la experimentación está conformada por 100 estudiantes del quinto año de secundaria de Educación Básica Regular, de los cuales se seleccionó a través de un muestreo aleatorio simple una muestra de 45 estudiantes, los cuales han sido divididos en 3 grupos de 15 estudiantes cada uno, se desarrollan 4 sesiones de aprendizaje utilizando videos multimedia subtítulos y sin subtítular y se aplican un Pre test y Pos test con la finalidad de analizar la carga cognitiva que implican la utilización de los videos subtítulos en las sesiones de aprendizaje se utiliza la escala estandarizada por Pass y Van Merriënboer. Los resultados permiten evidenciar que la aplicación de subtítulos en los videos significa una potencial propuesta en los procesos de enseñanza-aprendizaje, debido a la mejora en los aprendizajes ya que el 30% de estudiantes mejora su rendimiento en relación con el Pretest inicial, además se promueve la inclusión a través del apoyo a las personas con discapacidad auditivas, asimismo representan un material de apoyo constante. En conclusión, La aplicación de los subtítulos en material multimedia queda a evaluación del educando y el desarrollador, pues no en todos los videos es productivo aplicarlos existiendo videos donde se requieren subtítulos de carácter intralingüístico, bilingües y otros; a excepción de situaciones donde la condición de aprendizaje lo ameriten.

Palabras clave: Análisis, carga cognitiva, subtítulos, videos, multimedia, aprendizaje.

Abstract

The objective of the research is to develop an analysis of the cognitive load produced by the use of subtitles in multimedia educational material and its relationship with learning. The methodology used for the development of the research presents a qualitative approach of experimental type, the population selected for the experimentation is conformed by 100 students of the fifth year of high school of Regular Basic Education, from which a sample of 45 students was selected through a simple random sampling, these students were divided into 3 groups of 15 students each. Four learning sessions were developed using subtitled and non-subtitled multimedia videos and a pre-test and post-test were applied in order to analyze the cognitive load implied by the use of subtitled videos in the learning sessions, using the scale standardized by Pass and Van Merriënboer. The results show that the application of subtitles in the videos represents a potential proposal in the teaching-learning processes, due to the improvement in learning, since 30% of the students improve their performance in relation to the initial Pretest, in addition, inclusion is promoted through the support of people with hearing disabilities, and they also represent a constant support material. In conclusion the application of subtitles in multimedia material is left to the evaluation of the learner and the developer, since it is not productive to apply them in all videos, since there are videos where intralinguistic, bilingual and other subtitles are required, except in situations where the learning condition warrants it.

¹ **Correspondencia:** Benjamín Maraza Quispe, bmaraza@unsa.edu.pe

Introducción

La tecnología ha abierto puertas a diferentes ramas de apoyo como lo es el material multimedia, desde los años 80 ha sido visto como un gran apoyo en la educación, pues como material educativo ha revolucionado la educación debido a tutoriales, documentales o videos informativos que han sido los protagonistas de la educación no presencial, no obstante estos siempre han venido acompañados de diferentes contenidos que forman parte de la multimedia, usando material visual (Videos), material auditivo (Audios) y material textual (Subtítulos), estos últimos siendo los más cuestionados, pues la subtitulación supone una mayor demanda cognitiva pues acorde a la Teoría Propuesta por (Sweller, 1994), en la Teoría de la Carga Cognitiva, nos afirma que el ser humano es capaz solo de procesar tan solo 3 de las 7 cosas que se encuentran en su alrededor, debido a que el proceso de estos supondría una sobrecarga cognitiva en la memoria de trabajo del agente de conocimiento, no obstante estos también suponen una mejora al aprendizaje pues funcionan como material educativo de apoyo al estudiante. En este contexto la presente investigación se enfoca en analizar y comparar los aprendizajes tomando como base la Teoría de la Carga Cognitiva (Sweller, 1994) y la Teoría del aprendizaje Multimedia (Mayer, 2004).

Desde la perspectiva de la teoría de la carga cognitiva, puede haber muchas razones para la falta de aprendizaje. El nivel de experiencia puede servir tanto de facilitador como de barrera, como el efecto de inversión de la experiencia (Andrade-Lotero, 2012). La teoría de la carga cognitiva es básicamente un grupo de principios que guían el aprendizaje eficiente (Anguiano, 2016) y tiene sus raíces en las perspectivas cognitivas. Esta teoría supone que el aprendizaje significativo es posible si se elimina la carga extraña además de beneficiarse de la carga germana. Según (Arándiga, 2005), hay varias formas de utilizar las fuentes de carga cognitiva. Basándose en los supuestos de (Bazalgette, 1996), algunas de las directrices tienen un enfoque específico en los entornos de aprendizaje multimedia. Por ejemplo, en sus directrices novena (9º) y décima (10º), (Arandiga, 2005) definen cómo tratar la redundancia. Según el principio de redundancia (Bazalgette, 1996), se supone que el texto en pantalla no contribuye al proceso de aprendizaje cuando va acompañado de gráficos y narraciones. El texto se vuelve redundante, por lo que los diseñadores deben ser conscientes de ello y evitar la sobrecarga cognitiva. En su estudio, (Bazalgette, 1996) intentaron observar los procesos de aprendizaje de los alumnos no nativos de inglés en los entornos multimedia y descubrieron que proporcionar audio y vídeo juntos contribuía al proceso de aprendizaje, mientras que añadir subtítulos al vídeo no suponía ninguna diferencia. En un escenario de aprendizaje normal, un vídeo narrado con subtítulos no es un material didáctico adecuado debido a la redundancia, pero el caso puede no ser válido en un entorno de aprendizaje con una segunda lengua. El uso de subtítulos se acepta como una forma habitual de apoyar a los alumnos no nativos y de llegar a más personas (Cao, 2019).

la subtitulación significa la traducción de un texto transmitido vía oral en una lengua original procedente de un producto multimedia (comúnmente diálogos en las películas), normalmente se halla sobrescrito a la imagen del producto, sin embargo en estudios posteriores afirma que la subtitulación es una comunicación preparada para el lenguaje que utiliza el lenguaje escrito y que funciona como canal adicional y sincrónico semióticamente, que forma parte de un texto transitorio y poli semiótico (Chong, 2005).

Según (Ciemiak, 2009), se presentan tipos de subtítulos: Intralingüísticos: Aquellos que se producen tras el trasvase de información de una lengua estándar a otra, es decir una traducción; Subtítulos Intralingüísticos Inversos: Son aquellos que se encuentran en un idioma distinto al del audio, siendo considerados los más extraños pues no se hallan en el cine ni en las artes y Subtítulos Bilingües aquellos es los que la pista sonora se halla en un idioma y la subtitulación se aplica en dos distintos dialectos, normalmente son usados en los festivales de cine. La capacidad de combinar aplicaciones y conocimientos es lo que caracteriza la realización de multimedia (GIGA, 2004), es así que desde el siglo XX con la aparición de herramientas de comunicación tan potentes como la televisión y los ordenadores las personas pudieron ampliar su conocimiento, producto de las nuevas aplicaciones de multimedia.

La carga cognitiva está relacionada con la cantidad de recursos cognitivos que requiere una persona para realizar una tarea determinada (Cintas, 2012), desde otra mirada, la carga de trabajo mental se describe en términos de una interacción entre los requisitos de la tarea y las capacidades humanas o recursos (Hancock, 1987). Así mismo (Sweller, 1994), afirma que la carga cognitiva es la carga de trabajo impuesta por una tarea en particular en el sistema cognitivo humano. En síntesis, la carga mental está estrechamente relacionada con la interacción que se produce entre las características del aprendiz y la complejidad de la tarea. Entre dichas características se puede tener en cuenta su formato, su complejidad, el uso de multimedia, la presión del tiempo y el ritmo de instrucción, por el otro lado se debe tener en cuenta la edad el nivel de experticia y la habilidad espacial del aprendiz.

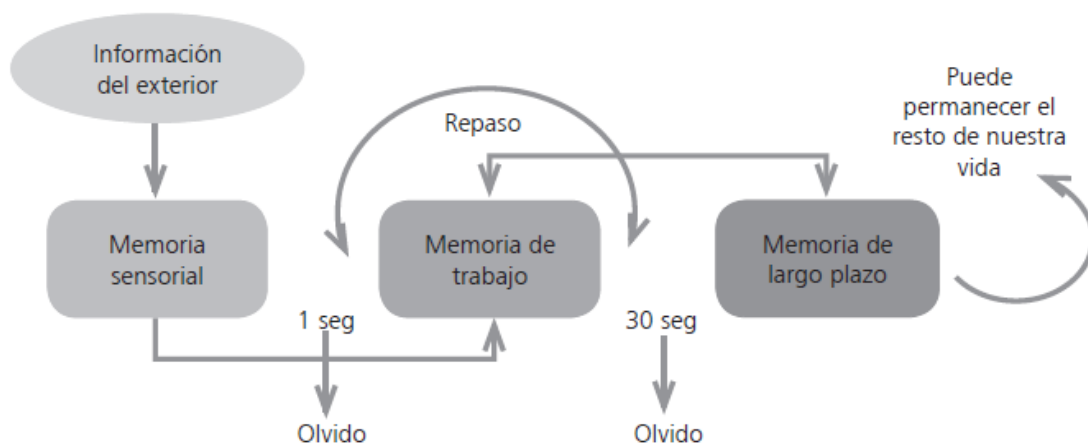


Figura 1. Arquitectura de la carga cognitiva. Extraído de (Andrade-Lotero, 2012)

En la figura 1 se muestra cómo funciona la arquitectura de la memoria de trabajo y sus funciones, pues es la información del exterior la que ingresa en la memoria sensorial, solo como estímulos, no está procesada, los estímulos permanecen en la memoria de 1 a 3 segundos y luego son olvidados, estos de ser necesarios pasan a la memoria de trabajo en el cual son procesados para construirlos como información relevante y procesada, en 30 segundos es cuestión del repaso mantenerla constante en la memoria de largo plazo, es por esta razón que a mayores estímulos del exterior la información desperdiciada es mayor y se deja de lado detalles de la información, debido a que la memoria de trabajo solo consta de 7 estímulos en proceso, los demás son desechados y de estos se obtiene una percepción del exterior y de lo que está pasando en el entorno.

Existen tres tipos de carga cognitiva: la intrínseca, la extrínseca y la pertinente, la primera surge de la interacción entre la naturaleza del objeto o complejidad y la experiencia del aprendiz; esta no se halla relacionada al diseño instruccional, por lo que es imposible modificarle. En cuanto a la extrínseca, es aquella que posee más información de la necesaria y puede convertirse en distractor y entorpecer la tarea, es innecesaria este tipo de carga cognitiva como lo detalla (Sweller, 1994) y finalmente la carga germánica o pertinente, esta es producto de un buen diseño instruccional, con ella los recursos de la memoria de trabajo se emplean para la construcción beneficiosa de esquemas, mediante procesos de abstracción y elaboración (Gerjets, 2009).

La Memoria Sensorial: constituyen los canales sensoriales como el visual y el auditivo, los cuales constituyen la principal clave de nuestra capacidad para encontrar diferentes estímulos en el ambiente, que se almacenan por un corto plazo de tiempo, esta no le asigna significados a ninguno de estos estímulos. Por consiguiente; como se hallan separados estos canales la información se procesa de manera independiente y la Memoria de trabajo: (Sweller, 1994) la define como la memoria a corto plazo (nombre con el que se conocía con anterioridad), se caracteriza por su limitada capacidad de almacenamiento, esta memoria se encarga del trabajo y procesamiento de forma consciente alrededor de dos o tres elementos a la vez, prestándole atención por aproximadamente 15 a 30 segundos (Martino, 2008)

En cuanto a la medición de la carga cognitiva, los elementos que se presentan: Carga mental: Es originada por la interacción entre las características de la tarea y las características del sujeto. Diferentes tareas pueden ser más complejas pues se toman en cuenta los pasos a seguir o cuanta precisión requieren estos, por el otro lado varios sujetos pueden tener diferentes aptitudes y niveles diferentes de experticia; Esfuerzo mental: Este aspecto se refiere a todos los recursos necesarios o que se destinan para resolver una tarea en específico, esta refleja la carga cognitiva instantánea, esta se mide usualmente cuando los participantes se encuentran en realización de la misma o inmediatamente después de su término; Desempeño: Según (Paas & Renkl, 2004), el desempeño es un aspecto de la carga cognitiva, este es entendido como los logros cuantificables del aprendiz, como lo sería su puntaje tras un acierto de preguntas. Esta puede ser medida mientras se desarrolla la tarea; Métodos de medición de la carga cognitiva: Según (Andrade-Lotero, 2012) en su artículo Teoría de la Carga Cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte, discierne dos distintos métodos para la medición de la carga cognitiva, una analítica basada en estimar la cantidad de carga mental que una persona requeriría para realizar una tarea, basando estas estimaciones en juicios críticos en el dominio de la tarea y en modelos matemáticos de análisis, no obstante también se encuentra el método empírico que mide el esfuerzo mental por medio de métodos o instrumentos subjetivos, como por ejemplo el test de Likert, que registra el reporte introspectivo del esfuerzo mental, por otra parte también se presentan escalas de valoración o test como el planteado por (Paas & Renkl, 2004) el cual consideraría más preciso.

A finales del siglo XX con el auge de la multimedia, se llegó a la conclusión de que este tipo de material no podía solo ser aplicado a ordenadores gráficos, sino que estos podían ser aplicados como herramienta de aprendizaje. Es

así que surgen dos teorías que apoyan el uso de este material en el aprendizaje, la primera es la Teoría de la Carga Cognitiva (TCC) formulada por Sweller en 1994 y más adelante la Teoría del Aprendizaje Multimedia (TCAM) formulada por Mayer en el 2005, como respuesta a las nuevas técnicas de estudio. Estas se presentan como un marco conceptual perteneciente a las ciencias cognitivas que pretenden mejorar los ambientes multimedia o e-learning (Chong, 2005).

Actualmente, el material multimedia se ha convertido parte indispensable del sector educativo, pues se usan video conferencias, que han remplazado las limitaciones en el espacio y el tiempo en situaciones de educación a distancia, razón por la cual es usado en la educación superior (Sierra, 2014). El material multimedia ha sido aplicado en la educación con el fin de lograr una mejor interacción de los estudiantes con su entorno de aprendizaje, en primera instancia siendo aplicado para beneficio de las personas con discapacidad auditiva (Mezcua, 2008), no obstante, en los siguientes años sería aplicado en programas universitarios para mejorar el rendimiento académico y poco a poco en los diferentes programas educativos (Bazalgette, 1996)

Es así que poco a poco, el uso de subtítulos en el material educativo se volvería popular para los inicios del siglo XXI, debido a que constituyen una fuente de apoyo al momento de captar los estímulos del exterior, a razón de que, en la memoria de trabajo, esta percibe los estímulos del exterior haciendo que esta los procese, manteniendo información similar en casos de ambos canales (auditivo y visual) generando una mayor asimilación de la información (Cierniak, 2009).

Metodología de la Investigación

Objetivos de la investigación

Analizar la carga cognitiva producida por el uso de subtítulos en material educativo multimedia y su relación con el aprendizaje.

Hipótesis de la Investigación

La aplicación de subtítulos en el material educativo multimedia supone un aumento de elementos a procesar en la memoria sensorial y de trabajo, causando un aumento en los niveles de carga cognitiva produciendo un mayor almacenamiento de información reflejado en la mejora del aprendizaje.

Variables de la investigación

Variable Independiente:

Material educativo Multimedia subtítulo (Totalmente subtítulo, Parcialmente subtítulo, sin subtítulo)

Variable Dependiente:

Carga Cognitiva producida por la aplicación de los subtítulos.

Variables Controladas:

Tiempo de duración, temática del video.

Población y Muestra

La población seleccionada para la experimentación es de 100 estudiantes del quinto grado de secundaria de Educación Básica Regular, de los cuales se seleccionó a través de un muestreo aleatorio simple 45 estudiantes, divididos en 3 grupos de 15 estudiantes al azar.

En esta población se contempla la inexperiencia y capacidad de aprendizaje que posee cada uno, pues en relación a lo establecido por la teoría de aprendizaje multimedia (Andrade-Lotero, 2012), la teoría de la carga cognitiva (Sweller, 1994) y la investigación propuesta por (Cao Jian-xia, 2019) en la investigación del efecto de la presentación de subtítulos en material multimedia, se debe considerar los factores que están incluidos en la experticia del sujeto y la complejidad de la tarea, que en esta situación es mínima.

Cronograma de actividades

Tabla 1:

Cronograma de actividades a desarrollar durante la experimentación

Pre test	Se aplica un pre test para evaluar el conocimiento de los estudiantes en el tema de modelado y simulaciones en Excel			Competencias a desarrollar
Visualización de los videos Tema: Modelado en Excel.	1° Grupo utiliza material Subtitulado y sin subtítular.	2° Grupo utiliza material subtitulado y parcialmente subtitulado.	3° Grupo utiliza material subtitulado completo.	Interactúa en Entornos virtuales: • Documenta proyectos escolares cuando combina animaciones, videos y material interactivo en distintos formatos con creatividad e iniciativa. Ejemplo: Crea un blog para promocionar y difundir • Administra comunidades virtuales asumiendo distintos roles, estableciendo vínculos acordes con sus necesidades e intereses, y valorando el trabajo colaborativo.
Visualización del segundo video Tema: E-Commerce	1° Grupo utiliza material Subtitulado y sin subtítular.	2° Grupo utiliza material subtitulado y parcialmente subtitulado.	3° Grupo utiliza material subtitulado completo.	
Post test	Se aplica un post test en relación con el tema, para evaluar el nivel de aprendizaje en los tres casos.			

Instrumento de recojo de datos

Se hace uso de un test para el recojo de datos en cuanto a los aprendizajes y otro test para medir la carga cognitiva se emplea la escala de carga cognitiva desarrollada por Pass y Van Merriënboer en 1994 (Merriënboer, 1994).

- Pretest: Se aplica un test de sondeo para conocer el grado de aprendizajes que poseen los estudiantes sobre el tema.
- Post test: Se aplica el mismo test inicial, en este caso se le agrega una sección de preguntas visuales que contemplan preguntas que se han extraído de material visual en el video proporcionado.

Procedimiento

La población seleccionada para la experimentación es de 100 estudiantes del quinto grado de secundaria de Educación Básica Regular, de los cuales se seleccionó a través de un muestreo aleatorio simple 45 estudiantes, divididos en 3 grupos de 15 estudiantes al azar.

Aplicación del pretest.

Los participantes divididos en 3 grupos de forma aleatoria son sometidos a un pretest de conocimientos sobre el tema modelado en Excel y formulas incluidas en el programa, la duración del test será de 5 minutos incluyendo 12 preguntas extraídas de la información proporcionada en el video (Video 1: Tema Modelado en Excel).

Visualización del material

La duración del video es de 6 minutos aproximadamente, en este se detalla información sobre Excel y Comercio Electrónico en dos videos diferentes como una pequeña introducción al tema, información de la cual se proponen interrogantes para el pre y post test.

Aplicación de post test

Los participantes son sometidos nuevamente al mismo test, esta vez tras la visualización de los videos cuya duración es de 10 minutos, se plantean 20 preguntas extraídas de la información proporcionada en el video.

Análisis e interpretación de los resultados

En las siguientes tablas se puede observar de manera general el porcentaje de aciertos que poseen cada una de las preguntas tanto del pretest y post test, donde de manera global se puede observar la diferencia de puntaje como aprendizaje entre los tres grupos: Primer grupo utiliza videos sin subtítular; segundo grupo utiliza videos parcialmente subtítulado y tercer grupo utiliza videos subtítulados.

Tabla 2:

Porcentaje de aciertos Pre Test Video Excel (Preguntas de Conocimiento)

Pregunta	Resultados del Pre Test: Video de Excel			Preguntas de conocimiento
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1°	66.66%	53.33%	60.00%	
2°	60.00%	66.66%	66.66%	
3°	66.66%	66.66%	66.66%	
4°	66.66%	46.66%	53.33%	
5°	46.66%	53.33%	46.66%	
6°	46.66%	60.00%	66.66%	
Promedio	58.88%	57.77%	60.00%	
Desviación Estándar	0.098	0.081	0.084	

En la tabla 2 se observa una media considerada en proceso, en cuanto a las respuestas de preguntas de conocimiento utilizando los videos sin subtítular a través del tema Excel.

Tabla 3:

Porcentaje de acierto Pre-Test Video E-commerce (Preguntas de Conocimiento)

Pregunta	Resultados Pre Test: Video E-Commerce			Preguntas de conocimiento
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1°	66.66%	66.66%	53.33%	
2°	46.66%	46.66%	66.66%	
3°	60.00%	66.66%	46.66%	
4°	46.66%	53.33%	46.66%	
5°	53.33%	66.66%	53.33%	
6°	66.66%	66.66%	66.66%	
Promedio	56.66%	61.11%	55.55%	
Desviación Estándar	0.091	0.088	0.091	

En la tabla 3 se observa una media considerada en proceso, en cuanto a las respuestas de preguntas de conocimiento utilizando los videos sin subtítular a través del tema E-commerce.

Tabla 4:
Porcentaje de acierto Post Test Video Excel (Preguntas visuales y Textuales)

Pregunta	Resultados Post Test (Excel y Formulas)			Preguntas visuales y Textuales
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1°	86.66%	66.66%	100.00%	
2°	100.00%	73.33%	80.00%	
3°	73.33%	60.00%	100.00%	
4°	100.00%	66.66%	86.66%	
5°	100.00%	73.33%	86.66%	
6°	100.00%	66.66%	93.33%	
Promedio	93.33%	67.77%	91.11%	
Desviación Estándar	0.111	0.050	0.080	

Tabla 5:
Porcentaje de acierto Post Test Video Excel (Preguntas de Conocimiento)

Pregunta	Resultados Post Test (Excel-Fórmulas)			Preguntas de conocimiento
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1°	86.66%	66.66%	86.66%	
2°	86.66%	73.33%	86.66%	
3°	100.00%	73.33%	93.33%	
4°	93.33%	66.66%	86.66%	
5°	86.66%	73.33%	86.66%	
6°	86.66%	73.33%	93.33%	
Promedio	90.00%	71.11%	88.88%	
Desviación Estándar	0.055	0.034	0.034	

Tabla 6:
Porcentaje de acierto Post Test Video E-commerce (Preguntas de Conocimiento)

Pregunta	Resultados Post Test (E-Commerce)			Preguntas de conocimiento
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1°	93.33%	73.33%	73.33%	
2°	80.00%	66.66%	86.66%	
3°	86.66%	73.33%	93.33%	
4°	93.33%	66.66%	93.33%	
5°	93.33%	73.33%	93.33%	
6°	86.66%	73.33%	93.33%	
Promedio	88.89%	71.11%	88.89%	
Desviación Estándar	0.054	0.034	0.080	

Tabla 7:
 Porcentaje de acierto Post Test Video E-commerce (Preguntas visuales y Textuales)

Pregunta	Resultados Post Test (E - Commerce)			Preguntas visuales y Textuales
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1°	100.00%	66.66%	100.00%	
2°	93.33%	53.33%	100.00%	
3°	100.00%	73.33%	86.66%	
4°	100.00%	66.66%	100.00%	
5°	93.33%	66.66%	93.33%	
6°	86.66%	53.33%	93.33%	
Promedio	95.55%	63.33%	95.55%	
Desviación Estándar	0.054	0.082	0.054	

En las tablas anteriores se puede observar el porcentaje de acierto en ambos vídeos, tanto en el pre test como en el post test, a primera vista se puede observar en general la diferencia que existe entre las muestras tomadas para la primera y segunda experimentación que contemplaba el vídeo de los temas: Excel y E-commerce, donde en principio se puede observar una diferencia significativa en cuanto al aprendizaje final, no obstante se puede resaltar con los siguientes gráficos que la diferencia que se obtiene al momento de contrastar entre los tres grupos de prueba apunta a conclusiones distantes.

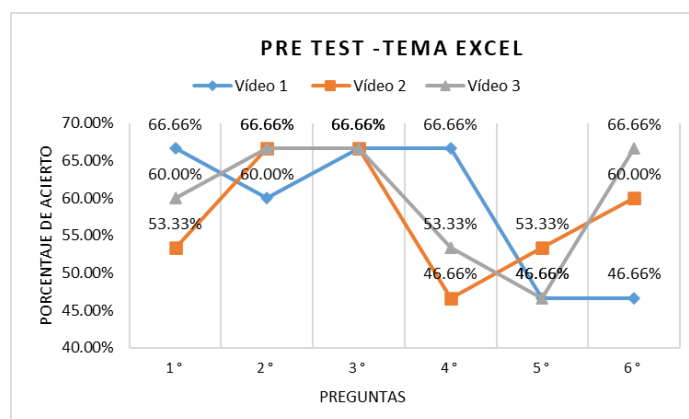


Figura 2. Comparación de aciertos en Pre-Test (vídeo Excel y Fórmulas)

En el gráfico 2 se puede observar una comparación de la performance de los estudiantes en el Pretest, no hay diferencia considerable entre los tres videos utilizados por os estudiantes.

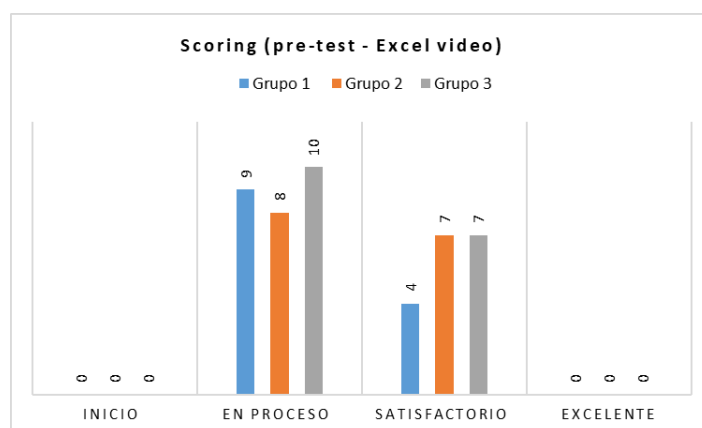


Figura 3. Comparación de resultados en escala de calificación vigesimal en el Pretest

En el gráfico 3 se observa un promedio de 58,8% de aciertos que denota un conocimiento parcial acerca del tema, no obstante, se observa que la cantidad de estudiantes que han alcanzado un puntaje satisfactorio, en esta etapa se observa un promedio de 40% que representan a 18 de los 45 estudiantes que participaron en esta etapa tienen conocimiento acerca de tema de Excel.

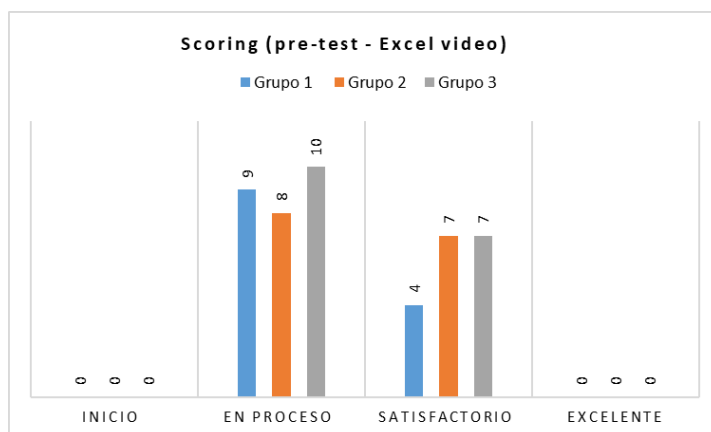


Figura 4. Comparación de aciertos Pre-Test (vídeo E-Commerce)

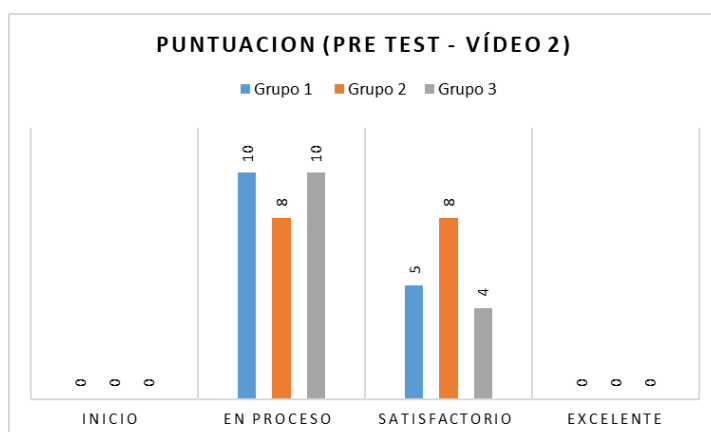


Figura 5. Comparación de aciertos Pre-Test (vídeo E-Commerce)

En los gráficos 4 y 5 se observa que los resultados son parecidos, en promedio al nivel de acierto de 57.7% que denota un conocimiento parcial del tema en general, un 37.7% de los estudiantes que aplicaron a esta etapa han obtenido un puntaje satisfactorio representando 17 estudiantes que poseen un conocimiento significativo en el tema de comercio electrónico.

Análisis de resultados Post Test (Excel – Fórmulas y E-commerce)

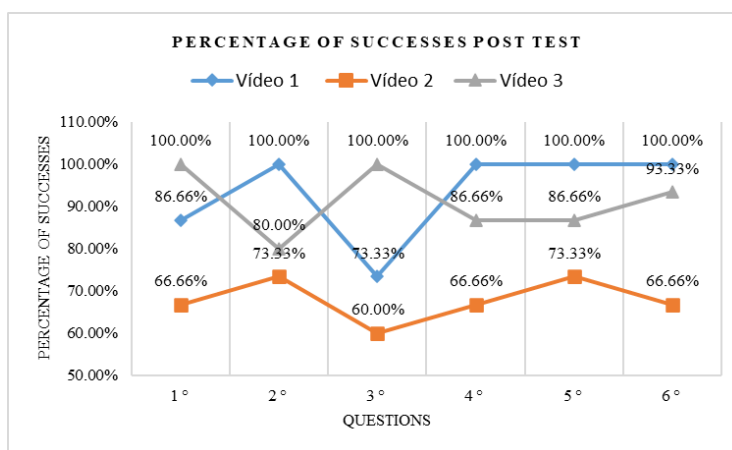


Figura 6. Gráfico Lineal de acierto Post Test (Vídeo Excel fórmulas)

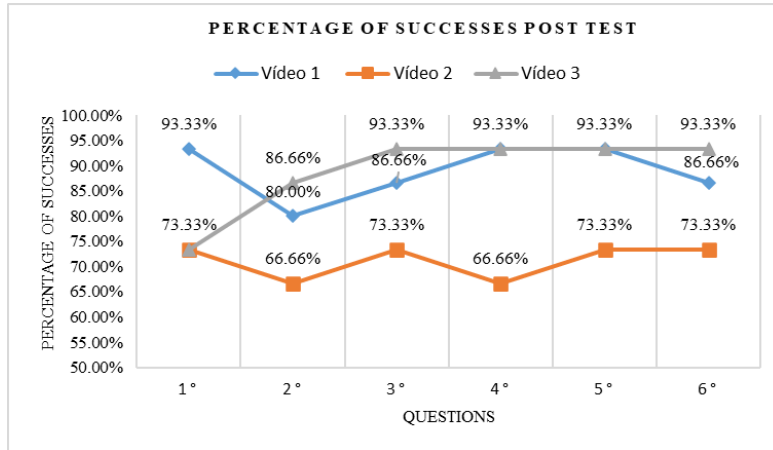


Figura 7. Gráfico Lineal de acierto Post Test (Vídeo E-commerce)

En los gráficos 6 y 7 se realiza una comparación de acierto con respecto a los resultados obtenidos y promediados del post test donde en primera instancia se puede observar de manera general la diferencia que se observa en las preguntas de conocimiento donde en promedio la diferencia observada es de 18.33%, diferencia que se encuentra en la aplicación de subtítulos, donde el grupo 2 fue sometido a un subtítulo parcial, en esta situación 2 grupos fueron sometidos a subtítulos. El procesamiento de la información en esta memoria de trabajo está relacionado con la actividad que estamos realizando de manera inconsciente (Sweller, 2006). Es así como disminución en el aprendizaje, se puede deber a la lectura inconsciente que realiza nuestro cerebro además de las frases que trata de autocompletar al momento de captar todas las entradas de información que provee el material multimedia.

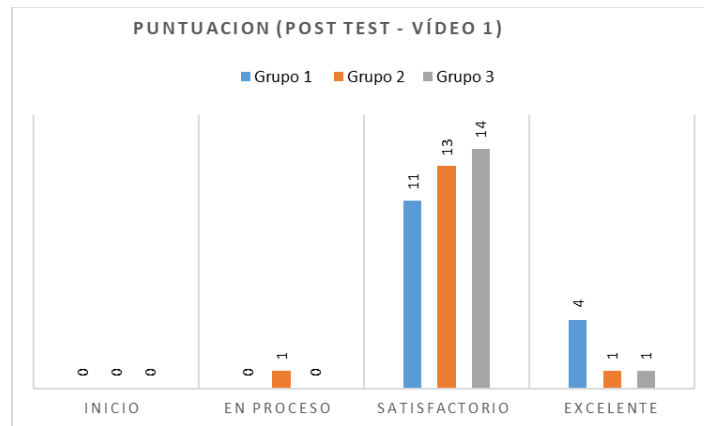


Figura 8. Gráfico de barras de estudiantes en grupos de calificación vigesimal Post test Vídeo Excel y Fórmulas

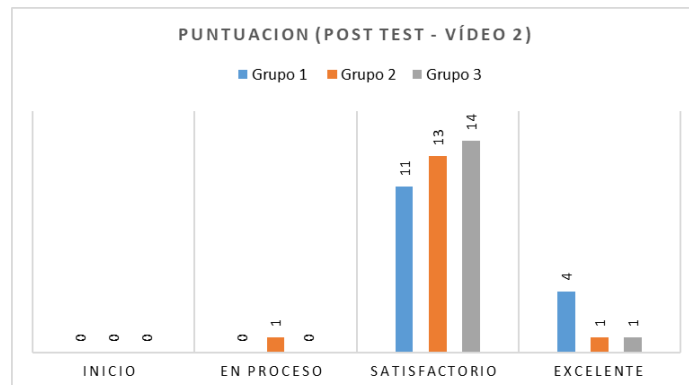


Figura 9. Gráfico de barras de estudiantes en grupos de calificación vigesimal Post test Vídeo E-commerce

En los gráficos 8 y 9 se muestra que en esta etapa los estudiantes que han conseguido un logro satisfactorio

representan un 84.4% y 77.8% para el primer y segundo vídeo respectivamente, esto representa que 38 y 35 estudiantes respectivamente de los 45 estudiantes han logrado un aprendizaje significativo.

Tabla 8:
Porcentaje de acierto en promedio general

Comparación general Pre y Post TEST			
	Video 1	Video 2	Video 3
Pre Test	58.88%	57.77%	60.00%
Post Test	91.66%	69.44%	90.00%

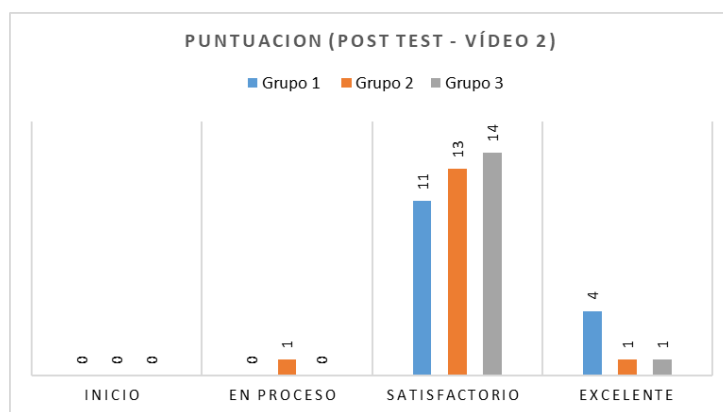


Figura 10. Gráfico de barras de valores promedio de acierto en general

En el gráfico 10 se puede observar la diferencia que tanto entre el aprendizaje obtenido entre el pre test y el post test que favorece a lo esperado mediante la aplicación de nuevas tecnologías en la educación, como la diferencia que se denota entre los tres grupos, donde el grupo que fue sometido a un video parcialmente subtulado denota un menor aprendizaje reflejado en el test, esto acorde a las ideas propuestas en la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (Mayer, 2004), Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte (Andrade-Lotero, 2012) y la Teoría de la Carga cognitiva (Sweller, 1994) donde dotar de información a la memoria de trabajo va a apoyar a que podamos procesar información de manera compleja como se muestra en el gráfico 1 (Estructura de la arquitectura cognitiva humana), no obstante la sobrecarga de procesos genera un sobre esfuerzo mental que deriva en el olvido, tal es el caso de nuestro segundo grupo (subtitulado parcial) de prueba donde acorde a lo que afirma (Sweller, 2006) se trata de analizar de manera inconsciente tanto subtítulos como sonido e imagen, el detalle en esta etapa es que los subtítulos no se hayan completos y de forma inevitable nuestra mente trata de rellenar los espacios en blanco, dedicando mayor atención a esta tarea, dejando de lado otros canales de información que son más pertinentes para la tarea que se desea realizar.

En relación con lo experimentado durante esta etapa de investigación y lo observado en las sesiones de Tecnología, la mejor opción para optimizar el aprendizaje mediante el apoyo multimedia y de los subtítulos específicamente debe de existir una pre selección de vídeos, para poder identificar las mejores situaciones donde aplicar los subtítulos en general y qué tipo de subtítulos.

En el caso de la presentación de videos en otra lengua, es fundamental el uso de subtítulos lingüísticos que van a favorecer de manera directa a la comprensión de la información del video; no obstante, existen situaciones donde los subtítulos intralingüísticos generan tanto un apoyo, como un factor de distracción por lo que su aplicación queda a evaluación del educador y la naturaleza del material multimedia.

Análisis, interpretación y comparación de la carga cognitiva

Recojo de datos mediante la escala valorativa de Fred Pass

Los participantes divididos en 3 grupos de forma aleatoria son sometidos a un pretest de conocimientos sobre el tema modelado en Excel y formulas

Tabla 9:
Compilado general de los valores de carga cognitiva

Acción	Muestra															Promedio
Subtitulado	10	11	9	11	9	10	10	9	9	9	8	9	12	10	10	9.73
Parcialmente	13	14	12	10	10	10	12	10	13	12	12	12	12	10	11	11.53
Sin subtítulos	8	9	9	9	7	10	10	9	11	11	10	11	10	10	9	9.53

La tabla presenta los datos obtenidos mediante la escala de Fredd Pass en los tres grupos, donde el valor máximo que se puede obtener es 20 y la sobrecarga es considerada desde 15, en este caso se presentan valores menores a lo estimado cómo sobrecarga.

Tabla 10:
Promedio general de los valores obtenidos durante la etapa de experimentación

Carga Cognitiva		
Grupo	Media	N
Grupo 1 (Subtitulado completamente)	9.73	15
Grupo 2 (Subtitulado parcialmente)	11.53	15
Grupo 3 (Sin subtítular)	9.53	15
Total		45

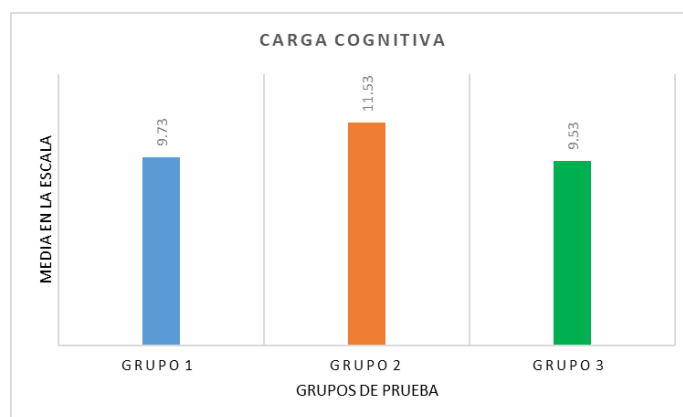


Figura 11. Gráfico de barras de carga cognitiva presentada durante las pruebas

Como se puede observar en el gráfico 11, se precisa una media superior cuando se presentó el vídeo parcialmente subtítulado a los estudiantes, denotando que estos han generado una mayor demanda cognitiva en la escala valorativa, por su parte se podría afirmar que hay una escasa influencia de los subtítulos en los vídeos aplicados en esta etapa, pues los promedios entre el grupo que observó el vídeo sin subtítular parece tener la misma demanda que el grupo sometido al vídeo subtítulado totalmente pues la diferencia es ínfima, no obstante la media respecto al segundo grupo de estudio se eleva considerablemente, en principio debido al subtítulado parcial sin embargo surge la cuestión de porque no podemos evadir el leer los subtítulos, acorde a lo afirmado por (Sweller, 2006) los procesos analizados y que generan una demanda cognitiva también están relacionados a lo que se analiza de manera inconsciente, en suma a ello y relacionado de la misma forma a la lectura automática (Arándiga, 2005) que nuestra mente produce de manera involuntaria, es decir en el caso de esta prueba la mente estuvo en un constante intento de completar las frases que faltaban lo que se llegó a convertir en un factor más a analizar o un distractor, por su parte los vídeos que fueron subtítulados y nos subtítulados respectivamente denotan una menor demanda y un resultado de aprendizaje óptimo que se espera al momento de aplicar esta clase de material educativo durante las sesiones del curso TISG, razón por la que la mejor opción para apoyar al aprendizaje serían los vídeos subtítulados, pues aún si demanda mayor carga cognitiva que los no subtítulados demuestran un mayor apoyo al estudiante debido en gran medida a la lectura involuntaria que se realiza de los mismos por donde podrá recibir más apoyo

para la comprensión del vídeo.

Validación de hipótesis mediante ANOVA

Para dar validez a lo propuesto se sometieron a análisis los datos recogidos a la evaluación ANOVA, los resultados se presentan a continuación:

Planteamiento de hipótesis para análisis de varianza

- Hipótesis Alternativa: La diferencia de carga cognitiva generada por los subtítulos es significativa en relación a la Escala de Fred Pass.
- Hipótesis Nula: La diferencia de carga cognitiva generada por los subtítulos no es significativa en relación a la Escala de Fred Pass.

Resultados obtenidos del análisis de varianza:

Tabla 11:
Análisis de Varianza ANOVA (Datos generales)

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	15	146	9.733333333	1.06666667
Columna 2	15	173	11.53333333	1.6952381
Columna 3	15	143	9.533333333	1.26666667

Tabla 11:
Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	36.4	2	18.2	13.553	3E-05	3.22
Dentro de los grupos	56.4	42	1.342857143	-	-	-
Total	92.8	44	-	-	-	-

En el cuadro se puede observar el análisis en base a ANOVA realizado en Microsoft Excel, donde según el valor de F obtenido de los datos es 13.553 es mayor que el F crítico para los grados de libertad que supone 3.22, por lo que la hipótesis alternativa (H₁) es aceptada, afirmando que la diferencia observada es significativa con 95% de fiabilidad en relación a los promedios lo que significa que los subtítulos en general influyen en los resultados de demanda cognitiva, y específicamente el subtítulo parcial es el factor que determina la carga cognitiva presentada en el segundo gráfico, pues el factor inconsciente se empeña en dar lectura de información incompleta, lo que significa una mayor demanda de atención y procesamiento al que se necesita para realizar la tarea, según lo observado durante esta etapa se puede afirmar que se genera una gran diferencia reflejada en la significancia del análisis de varianza.

La aparición de la tecnología como recurso de educación trajo consigo diferentes problemas en cuanto a la disparidad de sus usos, en primera instancia se consideraba un agente distractor, a día de hoy se ha convertido en el apoyo de primera línea tanto en educación como en capacitaciones de ámbito internacional, usado en conferencias ya sea como material multimedia visual, de texto o de sonido. En este ámbito la subtitulación surge como material de apoyo, pues como se menciona en la Teoría del Aprendizaje multimedia, la información que llega de un solo canal es limitada, pero al agregar más ingresos de información el procesamiento y retenimiento del mismo aumentan (Talaván, 2006), la implementación de la el material multimedia a la educación ha supuesto una nueva etapa en las formas de enseñanza y de aprendizaje.

Responsabilidad de los Educadores

Los subtítulos tienen efectos positivos en otros aspectos del proceso de enseñanza – aprendizaje (Anguiano, 2016), en este caso como indaga Anguiano, parte de la responsabilidad del aprendizaje recae en el estudiante, pues frente a cualquier situación se encuentra un método de apoyo para el estudiante, en el caso de recursos multimedia

cuenta con recursos de apoyo a todo tipo de estudiante.

Discusión y conclusiones

La aplicación de subtítulos significa una potencial propuesta de educación debido al aumento de aprendizaje; 30% aproximadamente entre el puntaje del pre y post test, además de la educación de igualdad dando importancia y apoyo a las personas con discapacidades sonoras, por su parte representa un material de apoyo constante debido a la información con la que se dota al estudiante durante el proceso de aprendizaje.

El uso de material multimedia surge como potencial propuesto en el área educativa debido a la gran diferencia de aprendizaje que se representa mediante el puntaje que se obtiene entre el pre y post test, siendo esta propuesta de potencial para diferentes áreas de aprendizaje en especial áreas donde el apoyo visual constituye una necesidad para el aprendizaje.

La integridad de los subtítulos y de la información presentada en ellos es primordial y de completa responsabilidad de quien los desarrolla pues estos de no ser íntegros cómo se desarrollan en la etapa de experimentación de la presente investigación, pueden generar estragos durante el aprendizaje, se denota una caída del puntaje obtenido en un 21.56% en promedio y una sobrecarga en la demanda cognitiva esperada para la tarea que se desarrolla, 2 puntos en la escala aproximadamente.

La aplicación de los subtítulos queda a evaluación del educando y el desarrollador, pues no en todos los videos es productivo aplicarlos existiendo videos donde se requieren subtítulos de carácter intralingüístico, bilingües y otros; a excepción de situaciones donde la condición de aprendizaje lo ameriten.

Referencias

- J. Sweller, "Teoría de la carga cognitiva". Learning and Instruction, pp. 295-312, 1994.
- Mayer, Teoría del Aprendizaje Multimedia, 2004.
- Kalyuga, S. (2008). "Relative effectiveness of animated and static diagrams: Un efecto del conocimiento previo del alumno". Ordenadores en el comportamiento humano, 24 (3), 852-861.
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2011). "Eficiencia en el aprendizaje: Pautas basadas en la evidencia para gestionar la carga cognitiva". Nueva York, NY: John Wiley & Sons.
- Mayer, R. E. (2005). "The Cambridge handbook of multimedia learning (2ª ed.)". New York: Cambridge University Press.
- Van der Zee, T., Admiraal, W., Paas, F., Saab, N., & Giesbers, B. (2017). "Effects of subtitles, complexity, and language proficiency on learning from online education videos". Journal of Media Psychology, 29 (1), 18-30.
- H. Gottlieb. "Subtitles, Translation & Idioms, Copenhagen: Center for translation studies". University of Copenhagen, 1997.
- J. D. Cintas, Los Subtítulos y la Subtitulación en la clase de lengua extranjera, 2012.
- GIGA, "A que llamamos Multimedia". GIGA, p. 64, 2004.
- P. A. & C. M. H. Hancock, "Adaptive Control in Human-Machine Systems. Advances in Psychology", 1987.
- L. A. Andrade-Lotero, "Teoría de la carga Cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte". Magis, 2012.
- P. S. K. & G. Gerjets, "The scientific value of cognitive load theory: A research agenda based on the structuralist view of theories". 2009.
- A. Martino, "Cognitive load theory and the role of learner experience: an abbreviated review for educational practitioners". Aace Journal, 2008.
- F. Paas y A. & S. J. Renkl, "Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture". Instructional Science, pp. 1-8, 2004.
- T. S. Chong, "Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers", Malaysian Online Journal of Instructional Technology, 2005.
- F. Sierra, "La Educación Superior y los Sistemas Multimedia de Interacción Simbólica". Universidad de Sevilla, 2014.
- P. R. S. & J. M. S. P. & J. J. D. & B. R. Mezcua, "Subtitulado Cerrado para la Accesibilidad de Personas con discapacidad Auditiva en Entornos Educativos". Procesamiento de Lenguaje Natural, pp. 305-306, 2008.
- C. Bazalgette, "Los medios audiovisuales en la educación". 1996.
- P. G. & K. S. & G. Cierniak, "The Scientific Value of Cognitive Load Theory: A Research Agenda Based on the Structuralist View of Theories". Educ Psychol Rev, pp. 43-54, 2009.
- Y. R.-h. & H. I.-m. Cao Jian-xia, "Effect of Subtitle Presentation Types on Students' Learning Outcome and Cognitive Load". pp. 54-58, 2019.

F. P. & J. V. Merriënboer, "Instructional Control of Cognitive Load in the Training of Complex Cognitive Task". *Educational Psychology Review*, p. 22, Junio 1994.

J. Sweller, "Discussion of 'Emerging Topics in Cognitive Load Research: Using Learner and Information Characteristics in the Design of Powerful Learning Environments'". *Applied Cognitive Psychology*, pp. 353-357, 2006.

A. V. Arándiga, "Comprensión lectora y procesos psicológicos". Universidad de Alicante - España, Departamento de Psicología de la Salud, 2005.

N. Talaván Zanón, "Using subtitles to enhance foreign language learning". *Porta Linguarum*, 2006.

A. T. Anguiano, "Los subtítulos como recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje de inglés en la etapa de educación secundaria". Universidad Internacional de la Rioja, 2016.

P. C. Vasquez, "Validación de Escala Subjetiva de Carga Mental de Trabajo en funcionarios universitarios". *Ciencia y Enfermería XX*, pp. 73-82, 2014.

G. R. Gonzales, "Desarrollo de una Escala Subjetiva de Carga Mental de Trabajo (ESCAM)". *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, pp. 29-37, 2009.

J. B. & D. Saíz, "Medidas Simples y Compuestas de Memoria de Trabajo y su relación con el aprendizaje de la lectura". *Psicothema*, pp. 737-745, 1999.

L. A.-M. M.C. Etchepareborda, "Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje". *Rev. Neurol*, pp. 79-83, 2005.

C.-C. C. I-Jung Chen, "Teoría de Carga Cognitiva: Un Estudio Empírico sobre la Ansiedad y el Rendimiento en Tareas de Aprendizaje de Idiomas". *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, pp. 729-746, 2009.

Benjamín Maraza-Quispe, Enrique Damián Valderrama-Chauca, Lenin Henry Cari-Mogrovejo, Jorge Milton Apaza-Huanca, and Jaime Sanchez-Ilabaca, "A Predictive Model Implemented in KNIME Based on Learning Analytics for Timely Decision Making in Virtual Learning Environments". *International Journal of Information and Education Technology* vol. 12, no. 2, pp. 91-99, 2022