



**INSTITUTO LATINOAMERICANO DE LA
COMUNICACIÓN EDUCATIVA**

MAESTRÍA EN COMUNICACIÓN Y TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS

**UNA EXPLORACIÓN A LA PROPUESTA EDUCATIVA DE LOS
MATERIALES MULTIMEDIA DEL MUSEO
UNIVERSUM DE LA UNAM**

T E S I S

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN COMUNICACIÓN Y TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS**

PRESENTA

MARTHA PATRICIA GARCÍA MORALES

MÉXICO

2016

Tesis: Una exploración a la propuesta educativa de los materiales multimedia del museo Universum de la UNAM.

Autoría: García Morales, Martha Patricia.

Colaboración: Ortega Esquivel, Lorena Edith (asesora).

D. R. © 2016. Los derechos patrimoniales pertenecen a García Morales Martha Patricia, Ciudad de México, México.

Entidad(es) o Dependencia(s) editora(s).

Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa.

C. Puente 45, Coapa, Arboledas del Sur, Tlalpan, 14380 Ciudad de México, CDMX.

Correo electrónico: garmo@unam.mx

Forma sugerida de citar

García Morales, Martha Patricia. (2016). *Una exploración a la propuesta educativa de los materiales multimedia del museo Universum de la UNAM* [Tesis de maestría, Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa]. Ameyalli, Repositorio Institucional de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia. <https://ru.ameyalli.dgdc.unam.mx/>

Licencia de uso

Excepto donde se indique lo contrario, esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No comercial-Compartir igual (CC-BY-NC-SA) 4.0 Internacional, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>. Para un uso diferente escribir a: ameyalli@dgdc.unam.mx



Con la licencia  usted es libre de:

Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar: remezclar, transformar y construir a partir del material.

Bajo los siguientes términos:

Atribución: debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.

No comercial: usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.

Compartir igual: si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.

En los casos que sea usada la presente obra, deben respetarse los términos especificados en esta licencia.

DEDICATORIA

Desde siempre mi ser se inquieta ante la incertidumbre, la búsqueda del saber es sin duda la posibilidad de respuesta a todo lo que vivimos, abarcando desde lo personal e inmediato hasta las grandes aportaciones de mentes brillantes.

Cómo no recordar en especial durante mi niñez, el interés por saber todo acerca de los animales especialmente los domésticos, dado el amor a los perros que toda mi vida me han acompañado y que hoy en día defienden no sin antes buscar aquellos argumentos que posibiliten la defensa de sus derechos. Asimismo, mi inquietud fue grande al desconocer ese asombroso milagro del habla de mi hijo y que yo solo guié, pero donde la naturaleza humana me maravillaba por esa sintaxis que surgió de él por sus propios méritos y que hoy en día se convirtió en su capacidad de expresión. Por supuesto igual no puede faltar la gran incertidumbre de orientar mi vocación profesional, porque necesitaba saber a qué quería responder y hacia dónde dirigir mi búsqueda del conocimiento que siempre deseara pudiera, además de saber sobre el ser humano y su potencial, lograr alguna aportación concreta que diera fe de mi existencia y de una comprensión que cristalizara ese beneficio.

Espero haberlo logrado, por el amor que he tenido por los animales, por mi hijo Pablo Antonio a quien amo y deseo su búsqueda personal lo guíe hacia su propia felicidad; y como no agradecer a mis padres, Esteban y Martha, el empeño y sacrificios porque mis queridos hermanos y yo, nos comprometíamos con el estudio para como mi amado padre decía: “tuviéramos cómo defendernos”; bien sabía que los recursos económicos van y vienen, y que la defensa y protección que anhelaba para nosotros era ese saber indispensable para vivir.

INDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Marco contextual.....	5
III.	Marco conceptual	9
IV.	Marco teórico.....	12
V.	Metodología	25
	5.1 Recopilación de información del cuadro de observación.....	32
	5.2 Aplicación del instrumento de evaluación de eficacia de las aplicaciones multimedia	47
	5.2.1 Aplicación multimedia El lenguaje de la química.....	50
	5.2.2 Aplicación multimedia Productos de higiene	55
	5.2.3 Aplicación multimedia Empleo de aditivos	60
	5.2.4 Aplicación multimedia Tabla periódica	65
	5.2.5 Aplicación multimedia Pinturas para proteger	70
VI.	rESULTADOS.....	75
	6.1 Análisis de las aplicaciones multimedia de la muestra representativa.....	75
	6.1.1 El lenguaje de la química	75
	Factor de aprendizaje de la atención.....	75
	Factor de aprendizaje de la percepción.....	77
	Factor de aprendizaje de la codificación.....	79
	6.1.2 Productos de higiene.....	82
	Factor de aprendizaje de la atención.....	82
	Factor de aprendizaje de la percepción.....	84
	Factor de aprendizaje de la codificación.....	86

6.1.3 Empleo de aditivos	90
Factor de aprendizaje de la atención.....	90
Factor de aprendizaje de la percepción.....	92
Factor de aprendizaje de la codificación.....	94
6.1.4 Tabla periódica.....	97
Factor de aprendizaje de la atención.....	97
Factor de aprendizaje de la percepción.....	99
Factor de aprendizaje de la codificación.....	101
6.1.5 Pinturas para proteger.....	105
Factor de aprendizaje de la atención.....	105
Factor de aprendizaje de la percepción.....	107
Factor de aprendizaje de la codificación.....	109
6.2 Evaluación de eficacia de las aplicaciones multimedia.....	112
6.2.1 El lenguaje de la química	112
6.2.2 Productos de higiene.....	122
6.2.3 Empleo de aditivos	132
6.2.4 Tabla periódica.....	142
6.2.5 Pinturas para proteger.....	152
VII. Conclusiones Y recomendaciones	163
Referencias.....	177
ANEXOS	180

INDICE DE LOCALIZACIÓN DE IMÁGENES

Figura 1. Eventos que favorecen la enseñanza aprendizaje. Multimedia “El lenguaje de la química”	76
Figura 2. Principios del aprendizaje multimedia. Multimedia “El lenguaje de la química”	78
Figura 3. Mapeo de información. Multimedia “El lenguaje de la química”	80
Figura 4. Estándares de forma o presentación. Multimedia “El lenguaje de la química”	81
Figura 5. Eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje. Multimedia “Productos de higiene”.....	83
Figura 6. Principios del aprendizaje multimedia. Aplicación “Productos de higiene”	85
Figura 7. Mapeo de información. Multimedia “Productos de higiene”.....	87
Figura 8. Estándares de forma o presentación. Multimedia “Productos de higiene”	88
Figura 9. Eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje. Multimedia “Empleo de aditivos”	91
Figura 10. Principios del aprendizaje multimedia. Multimedia “Empleo de aditivos”	93
Figura 11. Mapeo de información. Multimedia “Empleo de aditivos”	95
Figura 12. Estándares de forma o presentación. Multimedia “Empleo de aditivos”	96
Figura 13. Eventos que favorecen la enseñanza aprendizaje. Multimedia “Tabla periódica”.....	98
Figura 14. Principios del aprendizaje multimedia. Multimedia “Tabla periódica”	100
Figura 15. Mapeo de información. Multimedia “Tabla periódica”.....	102
Figura 16. Estándares de forma o presentación. Multimedia “Tabla periódica”	103
Figura 17. Eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje. Multimedia “Pinturas para proteger”.....	106

Figura 18. Principios del aprendizaje multimedia. Multimedia “Pinturas para proteger”	107
Figura 19. Mapeo de información. Multimedia “Pinturas para proteger”	109
Figura 20. Estándares de forma o presentación. Multimedia “Pinturas para proteger”	110

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo hacer una revisión de las aplicaciones multimedia que se realizan en el Museo de las Ciencias Universum de la UNAM como apoyo a la educación informal, en términos de conocer cuál es el fundamento pedagógico para desarrollar la estructura y elementos que conforman dichas aplicaciones, así como la eficacia de las mismas para favorecer el aprendizaje.

De ahí que se consideró un estudio de tipo exploratorio que permitiera un primer acercamiento a esta temática, de la cual se sabe muy poco y, por ello, es menester la realización de investigaciones para generar teoría de apoyo a la realización de los materiales didácticos y digitales que se utilizan para la labor de divulgación de la ciencia en el museo Universum; y como lo relevante es fundamentar pedagógicamente las aplicaciones multimedia de dicho museo, es el motivo por el cual el presente trabajo tiene un enfoque inductivo, ya que únicamente fueron contempladas las aplicaciones multimedia de Universum. Se pretendió por tanto, conocer significados de un fenómeno y su descripción, de ahí su perspectiva cualitativa, aunque igual fue necesario el apoyo de una indagación cuantitativa para la etapa de diagnóstico del instrumento de evaluación implementado.

La argumentación para la descripción del fenómeno se retomó de la teoría cognitiva del procesamiento de la información que corresponde al Modelo de memoria de dos almacenes para analizar la manera en que se conforma la estructura y elementos de estos materiales digitales y, con ello, sustentar un posible discurso pedagógico en esa dirección. A partir de los componentes o procesos cognitivos que favorecen un aprendizaje, según este modelo clásico, fue posible corroborar algunos referentes teóricos del diseño de materiales educativos en las aplicaciones multimedia; además de contemplar algunos indicios de eficacia de los materiales digitales evaluados con base en la aplicación de cuestionarios a una muestra no probabilística de visitantes del Museo de las Ciencias, Universum, de la UNAM.

I. INTRODUCCIÓN

La educación actualmente está viéndose transformada por la presencia indiscutible de las nuevas tecnologías de información y comunicación (las TICs), que han permeado la mayoría de los ámbitos de la sociedad de manera acelerada aproximadamente a partir del último cuarto del siglo XX hasta nuestros días, viéndose beneficiados los sectores de la producción y prestación de servicios, la gestión administrativa, el área de la salud, las finanzas y por supuesto todo esto aunado al *boom* de la tecnología comunicacional; pero esta indiscutible sociedad de la información que prevalece a través de las redes, de igual forma, está siendo ya una herramienta indispensable en las instituciones escolares donde ya no sólo se está contemplando el aprender de las tecnologías sino con las TICs (Marqués, 2012), lo cual requiere sustentos no únicamente de tipo técnico sino esencialmente pedagógicos.

Dicho panorama digital ha intensificado los recursos a disposición de una propuesta educativa, hoy en día importantes herramientas para la producción y fomento de los saberes culturales. De ahí que la misma educación informal se vea favorecida por este contexto tecnológico informático.

Así, la labor de los museos como ámbitos que favorecen la educación informal y específicamente el Museo de las Ciencias Universum de la UNAM, incorpora de igual forma estas herramientas digitales para estructurar parte de sus propuestas educativas encaminadas a su labor fundamental: la divulgación de la ciencia.

Las aplicaciones multimedia forman parte de los recursos didácticos que conforman un proyecto museográfico en Universum, las cuales son definidas a partir de objetivos en la etapa de planeación, mas no se contempla una orientación o formas de encauzar crítica y sistematizadamente la propuesta educativa a partir de fundamentos pedagógicos u orientadores de dicha propuesta (Villalobos, 2002). Las teorías de la educación o pedagógicas junto con el uso correcto de los medios didácticos condicionan los aprendizajes (Cataldi, Lage, Pessacq, y García, s/f).

Por tanto, la propuesta de objetivos y los fundamentos pedagógicos por contemplar permitirían una guía para la realización de las aplicaciones multimedia en términos de incidir en el diseño de las mismas o en esa propuesta estructural de inserción de imágenes, textos, audios o videos, que se proyecta en la etapa de planeación de los multimedia.

De ahí que considerar explícitamente fundamentos pedagógicos en la realización de las aplicaciones multimedia que se elaboran en el museo Universum, proporcionaría mayor sustento a los aprendizajes y, por ende, certeza para corroborar la eficacia de las mismas en función de lineamientos didácticos que podrían ser evaluados para tener indicios de un posible aprendizaje por parte de los usuarios o visitantes al museo, considerando la importancia que tiene un aprendizaje significativo en esa misión de la educación, que se concibe como el "...proceso de perfeccionamiento permanente para potenciar capacidades y superar limitaciones personales con la finalidad de irradiarlas en la sociedad." (Villalobos, 2002, p. 29-30).

Por tal motivo, se consideró relevante realizar la presente investigación e intentar resolver este problema de conocimiento, teniendo por objetivo general:

- Identificar los elementos que pudieran conformar un discurso pedagógico así como la eficiencia didáctica de las aplicaciones multimedia interactivas del Museo de las Ciencias Universum de la UNAM.

Y como objetivos específicos:

- Analizar las estructuras y elementos que conforman las aplicaciones multimedia interactivas a partir de una muestra representativa para inferir supuestos pedagógicos que se intuye corresponden a un discurso relacionado con la teoría cognitiva del procesamiento de información, correspondiente al modelo clásico.
- Proponer como recomendaciones para implementar el diseño de la estructura de las aplicaciones multimedia del museo Universum de la UNAM, aquellos aspectos de los componentes que favorecen el aprendizaje como son la atención, percepción y codificación, y que no se hayan detectado persisten en dicha estructura.

- Evaluar la eficacia de las aplicaciones multimedia en términos de que favorezcan un aprendizaje a los usuarios de las mismas, mediante la aplicación de cuestionarios a una población elegida al azar entre los visitantes al museo Universum y, con ello, corroborar el logro de los objetivos que se conciben con antelación a su desarrollo.

De esta manera, se revisaron varios trabajos en torno a las nuevas tecnologías de información y de comunicación, las TICs, y su apoyo para la conformación de recursos digitales aplicados a situaciones educativas, donde prevalecen las aplicaciones multimedia como uno de los soportes o recursos digitales para generar propuestas educativas, pero se contemplan principalmente las que son utilizadas para la educación formal, dejando de lado prácticamente, las que son un apoyo a la educación informal o sea como las que se elaboran en el Museo de las Ciencias Universum de la UNAM para estructurar parte de su labor de divulgación de la ciencia.

Asimismo, algunos de los trabajos revisados apuntan al aspecto estético o técnico, es decir, en cuanto a cómo estructurar el funcionamiento de los diferentes medios que confluyen en dicha aplicación o el diseño de interfaz y propuesta gráfica, así como la manera de definir en un multimedia, la interacción que permite la secuencia lineal o no lineal de los contenidos y que en una propuesta educativa tiene la función de permitir el “diálogo” o “conversación” con el usuario.

De ahí que se consideró este estudio, en tanto se parte de la idea de que las aplicaciones multimedia en apoyo a la educación informal que se realizan en el Museo de las Ciencias Universum, contemplan en su realización los aspectos técnicos necesarios para su funcionamiento pero no una concepción clara y explícita del sustento pedagógico para su estructuración. Como este tipo de estudio es un tema o problema de investigación poco estudiado por lo específico del mismo, es por lo que se consideró que el estudio sería de tipo exploratorio en tanto permitiría identificar los elementos de un posible discurso pedagógico en las aplicaciones multimedia de Universum y, con ello, estructurar la herramienta para evaluar la eficacia de estas aplicaciones con miras a favorecer un aprendizaje.

El enfoque teórico que prevalece en el presente estudio se retomó en función de la óptica del procesamiento de la información que contempla a la aplicación multimedia como "...un espacio digital donde a partir de recursos y herramientas es posible estructurar y organizar los contenidos en función del desarrollo de conceptos." (Regil, 2004, p. 3).

De aquí el interés por adoptar la teoría cognitiva de aprendizaje del procesamiento de la información, el modelo clásico denominado Modelo de memoria de dos almacenes o dual (Memoria de Corto Plazo o Memoria de Trabajo y Memoria de Largo Plazo) propuesto por Atkinson y Shiffrin, 1971 (en Schunk, 2012), para sustentar el análisis de la muestra representativa de las aplicaciones multimedia correspondientes a la Sala de Química del Museo Universum "La química está en todo"; y respaldar el instrumento de evaluación aplicado a una población al azar de los visitantes al museo, para evaluar la eficacia de estos materiales digitales.

Es importante resaltar que hay cierta aceptación de una visión constructivista para estructurar los contenidos temáticos y disponer los diferentes recursos para conformar el discurso museográfico del museo Universum en las diferentes salas de exposición permanentes, favoreciendo con ello, el que los visitantes al museo construyan su conocimiento; asimismo, se considera a partir de los recursos didácticos de las salas de exposición dar respuesta a lo que se denomina inteligencias múltiples o estilos de aprendizaje de los visitantes.

Ahora bien, la aplicación multimedia de Universum no fue revisada a la luz de una teoría constructivista en tanto no siempre (sólo las propuestas lúdicas), permite la construcción de conocimiento en colaboración o interacción con otros individuos, sino se utiliza por lo general para armar o apoyar el discurso de la sala de exposición a la que corresponde, y en todo caso estaría respondiendo a un estilo de aprendizaje relacionado con una preferencia o tendencia visual o auditiva de los visitantes, lo cual podría ser otra línea de investigación u otro enfoque para analizar las aplicaciones multimedia del museo Universum de la UNAM.

II. MARCO CONTEXTUAL

El objeto de estudio de la presente investigación se inserta en el Museo de las Ciencias Universum de la UNAM, el cual es un ámbito educativo creado para la divulgación de la ciencia en el año de 1992, pensado en un primer momento sólo para usuarios de nivel de enseñanza media, media superior y superior, aunque hoy en día complementa su función con un espacio infantil para niños menores de 6 años.

Universum ya no se concibió como aquellos museos tradicionales donde el visitante sólo podía observar durante todo su recorrido por el mismo, sino bajo la idea de ser un museo interactivo donde el usuario participara activamente a partir de observar, jugar, interaccionar y hacer preguntas, de ahí que se contemple a este tipo de museos como de gran potencial didáctico que facilita el aprendizaje producto de una educación informal, en términos de ser un apoyo a la enseñanza formal.

La divulgación de la ciencia del Museo Universum es resultado de un trabajo interdisciplinario que se canaliza a través de diferentes medios como la radio, la televisión, las publicaciones y las exposiciones.

La exposición temporal o permanente implica la realización de productos o materiales para las 19 salas y espacios de exhibición con que cuenta dicho museo: Espacio infantil; Estructura de la materia; Planetario José de la Herrán; Mariposario Parákata; Patli, plantas medicinales; Ciencia recreativa (talleres); Biodiversidad; Matemáticas; Golem, módulo de inteligencia artificial; r3 reduce, reutiliza, recicla; El cerebro, nuestro puente con el mundo; La química está en todo; Universo; Ventana de Euclides; Conciencia de nuestra ciudad; Evolución, vida y tiempo; Población; Salud, vida en equilibrio; y Sexualidad.

Las exhibiciones se estructuran en función de un proyecto museográfico que contempla al público receptor y objetivos específicos para definir la propuesta educativa que implicará el tema en cuestión; así, la propuesta conceptual de dicha sala queda dispuesta en función de mamparas con textos o cédulas informativas, así como por diferentes equipamientos con audios, imágenes, videos y recursos

como las aplicaciones multimedia, todo como parte del diseño museográfico de la exposición.

Por su parte, las aplicaciones multimedia son realizadas para ser utilizadas en diferentes soportes como los Compact Disk conocidos como CDs y que “corren” en las computadoras, pero igual gracias al desarrollo de las tecnologías de información y comunicación (TICs), también es viable su inserción en páginas web; se dan por igual, propuestas de aplicaciones multimedia que son insertas para “correr” en ambos medios como un solo producto o material de divulgación.

Asimismo, es importante resaltar que la mayoría de las aplicaciones multimedia que se realizan específicamente en el Departamento de Aplicaciones Multimedia Interactivas del Museo Universum, son parte de la propuesta temática y conceptual de una sala de exhibición, pero también prevalece, aunque menos, la elaboración de aplicaciones multimedia que como productos educativos, desarrollan un tema en su totalidad.

Entonces, una vez planteado el proyecto museográfico, se da paso a una dinámica donde diferentes equipos de trabajo del museo entran a cuadro, ya que cada producto de divulgación que contendrá la exposición en su totalidad es responsabilidad de un determinado equipo; aquí es donde tiene lugar el objeto de investigación: la aplicación multimedia interactiva que se elabora como soporte didáctico para el desarrollo de una parte de la conceptualización de cada exposición o sala de exhibición.

Es importante acotar que aunque explícitamente no se determina una metodología en el proyecto museográfico, hay un consenso o inclinación tácita por el constructivismo o la construcción social del conocimiento; de hecho el planteamiento de una exposición a partir de la implementación y disposición de su equipamiento tiene que ver con que la temática sea tratada por partes y con base en diferentes medios para que en conjunto permitan conformar el contenido de la temática en cuestión.

Al no especificarse de manera explícita una metodología o sustento pedagógico para la elaboración de los contenidos que se transmitirán mediante diversos recursos, es en mayor medida la creatividad y experiencia de los profesionales lo que guía la estructuración de los mismos (por supuesto de vital importancia), como es el caso de la elaboración de las aplicaciones multimedia interactivas, puesto que es la trayectoria de estos profesionales de los interactivos, el sustento para la planeación y elaboración de dichos productos de divulgación.

Así, el equipo multidisciplinario responsable de la realización de las aplicaciones multimedia recibe las indicaciones para la realización de los productos de divulgación en función de lo especificado en el proyecto museográfico, lo cual da pie para definir objetivos específicos de los interactivos que se elaborarán y, con ello, empezar a concebir los guiones que guían la estructura y desarrollo de los materiales digitales multimedia.

Entonces, los referentes que prevalecen hoy en día, para la realización de las aplicaciones multimedia de Universum, son los diferentes guiones que se contemplan, como son:

- Una lista maestra donde se explicitan los requerimientos en cuanto a textos, ilustraciones y animaciones, así como de los botones que van guiando la interacción (a veces son textos o hipertextos que permiten la dinámica de la interacción) de la aplicación multimedia.
- Otro guión tiene que ver con la estructura gráfica que tendrá dicha aplicación multimedia que se realiza con base en el programa PowerPoint.
- Uno más abarca exclusivamente los textos y del cual hay más versiones porque los asesores van acotando los contenidos a la par de que se van revisando o puliendo en términos de redacción y corrección de estilo.
- Por último, están los *story board* que permiten generar los pasos de una animación, ya sea que sirva para dar soporte a los textos o que por sí misma implique un concepto.

Es importante señalar que el equipo de trabajo del Departamento de Multimedia de Universum ha realizado más 150 aplicaciones multimedia a lo largo de 20 años de trabajo, tanto para las exposiciones permanentes como temporales, hoy en día hasta para su inserción en Internet, las cuales han sido elaboradas a partir de los guiones ya mencionados y con el apoyo de herramientas informáticas a la vanguardia, incluso, implementando recursos novedosos en la materia como pueden ser diferentes formas de interaccionar con la aplicación multimedia, pero donde no se ha estructurado una propuesta educativa considerando los aspectos fundamentales que guíen hacia un aprendizaje, lo cual sería importante se contemplara en la etapa de planeación además de los objetivos, para luego insertarse en los diferentes guiones.

III. MARCO CONCEPTUAL

Considerando los objetivos del presente trabajo fue necesario retomar conceptos claves para su comprensión y orientación, de ahí que al buscar inferir supuestos pedagógicos que sustentan la estructura que conforma las aplicaciones multimedia de Universum, tanto los conceptos de pedagogía, educación, educación informal y de divulgación científica fueron los aspectos básicos que permitieron ir acotando la perspectiva de este estudio, en términos de interrelacionarlos para focalizar y contextualizar al objeto de estudio (las aplicaciones multimedia) como uno de los recursos digitales en los que se apoya la divulgación de la ciencia, en tanto expresión de la educación informal.

La concepción de aplicación multimedia aquí contemplada, se fortaleció incluyendo el enfoque pedagógico *ad-hoc* al marco teórico.

Es importante especificar que los conceptos de didáctica y recurso didáctico se retoman para dar soporte a esa perspectiva de favorecer el aprendizaje que se busca obtenga el visitante al museo Universum, no desde el enfoque de las técnicas de enseñanza o ese objetivo fundamental de la educación formal; sino en cuanto a dirigir y orientar hacia un aprendizaje, de ahí, la persistencia de fundamentar el presente estudio en una teoría de aprendizaje (modelo clásico del procesamiento de la información).

Por tal motivo, se consideraron los siguientes conceptos y sus definiciones:

- **Pedagogía.** Es la ciencia y la técnica de la orientación de las personas en la vida, para que sepan y logren vivir bien. Por tanto, como ciencia la pedagogía es la reflexión crítica y sistematizada de la educación. (Villalobos, 2002, p. 14-15).
- **Educación.** Se entiende como la actividad que consiste en guiar o proporcionar desde fuera, lo necesario para construir... es un proceso de perfeccionamiento permanente para potenciar capacidades y superar

limitaciones personales con la finalidad de irradiarlas en la sociedad (Villalobos, 2002, p. 29-30).

- **Educación informal.** Proceso que dura toda la vida, en el que las personas adquieren y acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante las experiencias diarias y su relación con el medio ambiente (Reynoso, 2012, p. 50).

Por tanto, el aprendizaje informal no requiere de ningún tipo de enseñanza ni requiere de intencionalidad de aprender por parte del que aprende. Informalmente se puede aprender siempre en cualquier situación y en cualquier lugar. Se puede aprender sin la plena conciencia de que se está aprendiendo y se puede aprender de cualquier fuente de información, formato o situación (Orozco, 2003, p. 105).

- **Divulgación científica.** Es una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad, contextualizándolo para hacerlo accesible” (Sánchez, 2009 en Reynoso, 2012, p. 89).

- **Aplicación multimedia.** Un sistema multimedia es un sistema informático que transmite una información mediante imagen, sonido y texto de forma sincronizada, y que hace uso adecuado de la capacidad de usar los diferentes canales de comunicación (Bou, G. 1997, p. 32-33).

Las características principales de una aplicación multimedia son: por un lado, el encadenamiento no lineal respecto a los textos que se le conoce con el nombre de hipertexto, y aquellas imágenes o sonidos organizados de igual forma no lineal se les llama hiperimagen e hipersonido respectivamente. Pero la característica fundamental de los multimedia es la interactividad o aquella posibilidad de relación y de respuesta mutua entre el usuario y el medio o la aplicación (Gutiérrez, 1997, p. 26-27).

Por otra parte, igual se contempló conceptualmente una definición de aplicación multimedia desde el enfoque pedagógico del procesamiento de la información que considera al multimedia como un espacio digital que a partir de recursos y herramientas es posible estructurar y organizar los contenidos en función del desarrollo de conceptos (Regil, 2004, p. 3).

- **Didáctica.** Es la disciplina pedagógica de carácter práctico y normativo que tiene por objeto específico la técnica de la enseñanza, esto es, la técnica de dirigir y orientar eficazmente a los alumnos en su aprendizaje.

La didáctica es ciencia al utilizar el método científico para conocer las posibilidades y limitaciones de la persona humana y su proceso educativo. La didáctica es técnica al proporcionar las normas, reglas y leyes teóricas para un proceso educativo eficiente. La didáctica es arte no desde el campo de la estética sino desde el campo de la inventiva, entendida ésta como el conjunto de métodos, técnicas y procedimientos para desarrollar la imaginación y la creatividad, tomando en cuenta las diferencias individuales. (Villalobos, 2002, 46-47).

- **Recurso didáctico.** Son de tres tipos: formales, humanos y materiales... vehículos de información que comprenden los contenidos necesarios para alcanzar el objetivo concreto de aprendizaje. (Villalobos, 2002, p. 197).
- **Aprendizaje.** Es un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es resultado de la práctica o de otras formas de experiencia (Schunk, 2012, p. 3).

IV. MARCO TEÓRICO

Toda sociedad actual requiere un gran proyecto educativo que le permita a la ciudadanía un desarrollo continuo y armonioso con la actualidad así como un actuar responsable e informado sobre su entorno, lo cual ya no es sólo responsabilidad de la escuela como tal sino de tres vertientes: la educación formal que proporcionan las instituciones escolares, la no formal o aquella sistematizada pero fuera del marco oficial y que facilita determinadas clases de aprendizajes (educación continua) y la informal que se adquiere durante "...toda nuestra vida, en la medida de que se adquieren y acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante experiencias diarias y la interacción con el medio ambiente." (Reynoso, 2012, p. 50).

Por ello, la educación informal es una opción educativa que igual orienta, guía y mantiene actualizados a los individuos pero en diferentes espacios y ámbitos donde es posible informarse y aprender en forma breve y discontinua (Sánchez, 2012). En temas de ciencia y tecnología, ejemplos de ello son: la visita espontánea a un museo, la asistencia a una conferencia o a un debate, la participación en un foro de discusión, la lectura de artículos o libros de divulgación y el empleo de medios como el Internet, la televisión, el cine o la radio, para informarse sobre temas de actualidad.

Así, como parte de ese gran proyecto educativo se hace indispensable fomentar la cultura científica para agudizar una conciencia colectiva en torno a las distintas problemáticas de las sociedades como pueden ser: la salud pública, el medio ambiente o el futuro del planeta y de las especies que lo habitan, entre muchas otras cuestiones (Delors, 1996), para lo cual es indispensable identificar las necesidades y los intereses de la población, así como los contenidos, los mensajes y las estrategias requeridas para su desarrollo e implementación.

Por tal motivo comunicar la ciencia, divulgarla y difundirla es una tarea trascendental en la sociedad actual, considerando para ello la diferencia que hace

el maestro Luis Estrada (investigador y pionero de la divulgación en México) quien define:

En Reynoso (2012)

“... difusión de la ciencia como la propagación del conocimiento entre especialistas, por ejemplo, las comunicaciones entre pares en un artículo especializado o en un congreso científico. Divulgación de la ciencia se refiere al acto de presentar la ciencia al gran público. En ambas actividades participan especialistas y público, éste último se comporta, en la mayoría de los casos, como un receptor pasivo. Cuando se da un diálogo, un intercambio de saberes y experiencias entre estos dos sectores, se denomina a este proceso comunicación de la ciencia” (p. 87).

Una instancia de divulgación de la ciencia es el Museo de las Ciencias Universum de la UNAM, en tanto tiene por misión fomentar, hacer accesible y acercar la ciencia o los saberes científicos a la población, por lo que su labor es de carácter educativo, pero en términos de informal o sea que no pretende llevar el aula al museo replicando el currículo o los planes de estudio de la educación formal sino de ser un apoyo para complementarla

Por tanto, divulgar la ciencia es una expresión de la educación informal, educación que ha jugado un papel importante en el desarrollo de todo individuo a través de los tiempos, hoy en día, cobra mayor fuerza en la medida de que las tecnologías de información y comunicación (TICs) le facilitan importantes herramientas para estructurarla, y no sólo a la informal sino igualmente a la de carácter formal que proporcionan las instituciones escolares.

No obstante es importante señalar que la divulgación de la ciencia que se realiza para el público no especializado o lego se considera un campo en construcción, en cuanto a que:

Reynoso (2012)

“...no hay consenso entre la comunidad de divulgadores sobre los objetivos, las metas, las formas de comunicarse, las formas de relacionarse con los destinatarios y la metodología para llevar a cabo esta tarea. La creatividad de cada divulgador y por consiguiente el estilo para llevar a cabo sus actividades y productos de divulgación, es personal. Para elaborar un producto de divulgación se conjugan los objetivos personales del divulgador con los objetivos del proyecto que se desarrolla (p. 96).

De ahí que en todo proyecto o producto de divulgación es importante se reflexione en torno a los fundamentos teóricos, los objetivos, la selección de contenidos, la forma en que se presentan estos contenidos, la relación con el público, la conformación del equipo de trabajo, las reglas de interacción entre los integrantes del equipo de trabajo y la metodología para planear, desarrollar y evaluar los productos y actividades (Reynoso, 2012).

También la concepción educativa de los productos de divulgación científica, ha implicado revisiones en torno a cómo se aprende en ambientes no escolares ya que se considera que la recepción por parte de los destinatarios de la divulgación de la ciencia, posee características semejantes al aprendizaje informal: es personal, pero dependiente del contexto, idiosincrásico, libre, sin objetivos determinados y generado por múltiples espacios e instituciones (Sánchez, 2009).

Asimismo, en un contexto informal como el de la divulgación, no hay consenso en cuanto a qué se debe entender por aprendizaje y por lo tanto, cuáles deberían ser sus objetivos en un contexto informal. Para algunos, tal recepción debe ser similar al dominio de contenidos escolares, otros se inclinan más bien por la motivación, apreciación, diversión e imaginación (Reynoso, 2012).

Estos dos objetivos no son excluyentes ya que para poder incorporar ciertas actitudes y valores en relación al conocimiento científico, se requiere cierta

información, así como la comprensión de los procesos que llevaron al conocimiento. Por ello, Elaine Reynoso igual señala que hay otra discusión sobre cómo se da el aprendizaje en espacios de educación informal. Algunos, dice Reynoso (2012):

“... bajo argumentos constructivistas, se centran más bien en el individuo considerando que cada uno emplea bloques de conocimiento que son producto de su experiencia con los cuales van generando el conocimiento conceptual. Otros, argumentan que este aprendizaje informal se da como resultado del intercambio con una comunidad de aprendizaje; desde esta perspectiva, los bloques conceptuales de construcción se unen gracias a la interacción mencionada” (p. 99).

Por lo que concluye Reynoso (2012):

“...es imprescindible una reflexión, análisis e investigación sobre el potencial educativo de los productos y espacios de divulgación de la ciencia, así como de las características del aprendizaje de éstos; y un punto de partida para este análisis (según esta autora) “... es tomar en cuenta que el proceso de construcción del conocimiento es continuo y es el resultado de la interacción con el medio natural, social y cultural en el que vivimos.” (p. 100).

Por lo anterior, muchas experiencias pueden contribuir de manera significativa a este proceso de construcción del conocimiento, no sólo las escolares. De ahí la importancia de pensar en una sociedad educativa como la que propone Delors (1996), en la cual los medios tienen un gran potencial educativo.

Entonces, reflexionando sobre el potencial educativo de los productos de divulgación puede decirse que la propuesta educativa de Universum retoma parte de la sistematicidad en que se basa la educación formal para su realización en términos de los momentos y elementos didácticos (Villalobos, 2002), pero difieren en cuestiones, entre otras, como el que no haya una pretensión de que los receptores de los contenidos a transmitir reciban una certificación o sean evaluados, lo cual es una condición necesaria de la educación formal; otra importante diferencia sería esa relación específica que se da entre educador y educando como parte de un proceso de enseñanza-aprendizaje y que no tiene lugar o no es la función de un museo. Lo que sí es una realidad es que este museo de corte interactivo que es Universum, tiene como pretensión principal estimular a los visitantes para interesarse en asuntos científicos.

También es importante considerar que en la actualidad los recursos tecnológicos (Tecnologías de información y Comunicación, TICs) enriquecen en gran medida toda propuesta educativa, ya que proporcionan diversos medios para estructurarla facilitando la expresión, la comunicación, el acceso a enormes cantidades de información, esto por la parte estrictamente técnica de los mismos; pero por otra parte, se les está considerando como instrumentos cognitivos, medios didácticos que a la par de que informan, entretienen, guían el aprendizaje e igual motivan, por tanto, que pueden fortalecer el desarrollo cognitivo (Marqués, 2012).

Así, al contemplar las nuevas tecnologías desde una perspectiva pedagógica se puede estar fortaleciendo también a la educación informal en la medida de que parece viable promover aprendizajes atendiendo a los procesos cognitivos de los individuos (Fernández, Server y Cepero, s/f).

Una de las teorías cognitivas del aprendizaje que está fundamentada en el modelo clásico del procesamiento de la información propuesto por Atkinson y Shiffrin (1971 en Schunk, 2012), ayuda a explicar esos procesos cognitivos y su implementación en la educación o en una propuesta educativa para favorecer un aprendizaje; entendiendo por aprendizaje: "... un cambio perdurable en la

conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es resultado de la práctica o de otras formas de experiencia” (Schunk, 2012, p. 3).

El interés por retomar para el presente estudio, dicha teoría de aprendizaje a partir de este modelo clásico que se denomina Modelo de memoria de dos almacenes o dual (Memoria de Corto Plazo MCP o Memoria de Trabajo MT y la Memoria de Largo Plazo MLP) se justifica en función de que aporta elementos para conocer cómo los individuos transforman el flujo de información del material educativo que reciben en función de un sistema cognoscitivo; es decir, permite contemplar como eje el que “los seres humanos son procesadores de información, la mente es un sistema que procesa información, la cognición es un serie de procesos mentales, el aprendizaje es la adquisición de representaciones mentales “ (Schunk, 2012, p. 164); es una teoría donde el parámetro fue tomar como referencia o metáfora la manera en que funcionan las computadoras.

Paralelamente fue importante considerar que esta óptica del procesamiento de información permite “...contemplar a la aplicación multimedia como un espacio digital que a partir de recursos y herramientas es posible estructurar y organizar los contenidos en función del desarrollo de conceptos...” (Regil, 2004, p. 3). Además de considerar que Bou, G. acota este concepto en estos términos: “Un sistema multimedia es un sistema informático que transmite una información mediante imagen, sonido y texto de forma sincronizada, y que hace uso adecuado de la capacidad de usar los diferentes canales de comunicación” (1997, p. 32).

Por otra parte, es importante considerar que el desarrollo de materiales digitales con perspectiva educativa y que se desea sean efectivos o sea que faciliten el aprendizaje, requiere la comprensión y apreciación de los principios que sustentan la forma en que se aprende: “La enseñanza es, de hecho, la aplicación de los principios del aprendizaje” (Ogalde y González, 2008, p. 11).

Entonces, este modelo clásico permite contar con los elementos para verter la información en un material educativo que en este caso se trata de las aplicaciones multimedia de Universum, en términos de implementar los contenidos para el

desarrollo de conceptos pero atendiendo a los elementos que favorecerían un aprendizaje, componentes de la propuesta del Modelo de memoria de dos almacenes o dual como son la atención, la percepción, la codificación, el almacenamiento y la recuperación, todos aspectos o elementos fundamentales para que ocurra el aprendizaje, el cual se considera sucede cuando la información recibida se almacena en la MLP, y que según Schunk (2012) es resultado de:

Al principio la información ingresa al sistema de procesamiento a través de un registro sensorial después de ser atendida, luego se percibe comparándola con la información contenida en la MLP y se pasa a la MCP (MT). Esta información puede permanecer activada, transferirse a la MLP o perderse. Algunos factores que ayudan a la codificación son el significado, la elaboración, la organización y la relación con estructuras de esquemas.

(p. 226)

Considerando estos elementos que favorecen un aprendizaje o componentes del modelo clásico en los siguientes términos:

- Atención: "...proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos potenciales... La atención selectiva no únicamente depende de la ubicación física del estímulo, sino también de su significado." (Schunk, 2012, p. 171-172).
- Percepción o reconocimiento de patrones: "...es el significado que se asigna a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos. Para que un estímulo sea recibido debe permanecer en uno o más de los registros sensoriales y compararse con los conocimientos en la MLP." (Schunk, 2012, p. 175).
- Codificación: "... es el proceso de colocar la nueva información en el sistema de procesamiento y prepararla para almacenarla en la MLP. Por lo general la codificación se consigue dándole un significado a la nueva

información e integrándola a la información conocida en la MLP (Memoria de Largo Plazo). En la codificación influyen algunos factores... la organización del material, la elaboración... que es el proceso de relacionar la información con otros conocimientos... y las estructuras del esquema que organiza grandes cantidades de información en un sistema significativo... se necesitan unidades más grandes para organizar en un todo coherente las proposiciones que representan trozos de información..." (Schunk, 2012, p. 187-189).

- Almacenamiento: "Al igual que muchos procesos de la memoria, el significado, la organización y la elaboración facilitan el almacenamiento de la información en la memoria... La organización facilita el almacenamiento porque el material bien organizado es más fácil de relacionar con las redes de memoria preexistentes que el material mal organizado.... La elaboración o el proceso de añadir información al material por aprender, mejora el almacenamiento porque el elaborar la información permite a los aprendices relacionarla con algo que ya conocen." (Schunk, 2012, p. 194-195).
- Recuperación: "...la recuperación depende de la forma en que se realice la codificación, por tanto, la información bien asociada en la Memoria de Largo Plazo (MLP) es más fácil de recordar que la que carece de asociaciones" (Stein *et al*, 1984 en Schunk, 2012, p. 200-202).

Con base en este planteamiento general de la dinámica que implica el Modelo de memoria de dos almacenes o dual, donde se contempla es relevante en una propuesta educativa relacionar los conocimientos nuevos con material conocido o significativo, además de señalar sus usos, en tanto el aprendizaje debe estructurarse o construirse a partir de los conocimientos existentes, es por lo que se consideró de igual forma para el presente estudio, retomar el principio eje de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, concepto que se incluye en *Psicología y aprendizaje de las ciencias* (Gutiérrez, 1987).

Ausubel lo define así:

La esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente [con] algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto, una proposición) (p. 120).

Asimismo, dicho modelo de la teoría del aprendizaje cognitiva referido, al hacerlo extensivo a la implementación del desarrollo de los materiales multimedia creados como apoyo a una propuesta educativa en el Museo Universum, fue de suma importancia encontrar un referente para constatar en dichos recursos didácticos, lineamientos pertinentes para su realización y que correspondieran en la medida de lo posible a los componentes del modelo clásico; lineamientos que en Ogalde y González (2008), se proponen en términos de la óptica de las teorías del procesamiento de la información, y que a grandes rasgos son: el que sean materiales interactivos, contener elementos introductorios que capten la atención del estudiante así como mapas mentales y animaciones explicativas, presentar ejemplos, contener autoevaluaciones formativas, entre otros.

Otros lineamientos pertinentes son los nueve eventos del aprendizaje así como el papel que podrían tener en la elaboración de un material educativo, propuestos por Robert Gagné (en Ogalde y González, 2008, p. 17-18): generación de la atención, presentación del objetivo y motivación, relación con conocimientos previos, presentación del material de estímulo, orientación para el aprendizaje, evocación del desempeño, retroalimentación, evaluación del desempeño, retención y transferencia.

Estos eventos pueden retomarse para la creación de materiales educativos pero implicar algunas variantes en cuanto al orden o forma de presentación, lo cual está en función de la teoría de aprendizaje que se elija como apoyo, del perfil del usuario y de los objetivos que se persigan, según lo señala el propio autor. En este

caso la teoría del aprendizaje retomada para el presente trabajo se refiere al Modelo de memoria de dos almacenes o dual, de ahí que para el análisis de las aplicaciones multimedia de Universum que se elaboran para divulgar la ciencia, en tanto expresión de la educación informal, se consideraron los siguientes eventos que favorecen el aprendizaje de Robert Gagné:

- Generación de la atención: incluye un título que denota la relevancia dentro del tema a tratar.
- Relación con conocimientos previos: conexión entre lo que se aprendió con anterioridad y lo que se aprenderá y con otros aprendizajes.
- Presentación del material de estímulo: es conveniente iniciar el contenido del tema a tratar con un ejemplo o problema que atraiga la atención y, simultáneamente, introduzca al estudiante en el tema que va a revisarse.

De los nueve eventos del aprendizaje sólo se retoman para el presente estudio, los ya mencionados, debido a que los otros eventos tienen que ver con la educación formal; y como ya se ha mencionado, el uso de las aplicaciones multimedia en Universum ayuda a fomentar o divulgar la ciencia que es una expresión de la educación informal.

Otros lineamientos para diseñar materiales educativos a los que se hacen referencia en Ogalde y González (2008, p. 20-21), son los principios que proporciona Richard Mayer en el 2001, producto de su investigación sobre el uso de materiales educativos y nuevas tecnologías, quien parte de la idea de que la información se procesa, por lo general, a través de dos canales: visual y auditivo, de ahí su teoría cognitiva del aprendizaje multimedia donde contempla principios como:

- Multimedia: los estudiantes aprenden mejor con palabras e imágenes
- Contigüidad espacial: los estudiantes aprenden mejor cuando las palabras y sus imágenes correspondientes se presentan en forma cercana, que cuando están alejadas unas de otras dentro de la pantalla.

- Contigüidad temporal: los estudiantes aprenden mejor cuando las palabras e imágenes correspondientes se presentan en forma simultánea que cuando se presentan en forma sucesiva.
- Coherencia: los estudiantes aprenden mejor cuando se excluyen palabras, imágenes o sonidos extraños, que cuando éstos se incluyen.
- Modalidad: los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con texto en pantalla.
- Redundancia: los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración, que de la animación con narración y texto en pantalla.

Asimismo, entre otros lineamientos están los principios del mapeo de información de Robert E. Horn propuestos en 1989 para que cualquier documento se convierta en un verdadero mapa que guíe al lector para ubicar la información de interés (en Ogalde y González, 2008, p-101 y 103), principios aplicados a la elaboración de materiales educativos basados en computadora:

- Independientemente del tipo de material educativo, el contenido debe fragmentarse en grupos de máximo nueve elementos o aquellos segmentos o fragmentos que pueden ser alusivos para definir un concepto o un proceso o un procedimiento; así como para especificar principios, hechos; al igual que incluir, organigramas, diagramas de árbol o tablas.
- La división del contenido debe corresponder a criterios claros y eficientes: separar por tipos, etapas, cronología, nivel de dificultad, extensión, etcétera.
- Presentar la información en el orden más adecuado y natural para el usuario: de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular o por grupos lógicos de contenido.
- Título visible y claro para cada tema, sección, capítulo, lección, etcétera.
- Crear el diseño preliminar de cada lección. A su vez, cada tópico dentro de una lección debe seguir también este mismo patrón. La consistencia de

este patrón ocasionará que el usuario entienda rápidamente la organización del material.

Por último, fue importante incluir como otros lineamientos para el diseño de materiales educativos, algunos de los estándares de estructura, de estilo del contenido, de forma o presentación (Ogalde y González, 2008, p. 100-110), aquéllos compatibles con la teoría cognitiva del procesamiento de la información, y que son aspectos para estructurar los componentes que favorecen un aprendizaje (codificación principalmente) y que conforman las aplicaciones multimedia.

- La estructura de un material educativo, aunque no siempre contiene los mismos elementos, se sugiere que existan invariablemente los tres grandes rubros: preámbulo, contenido y referencias.
- Los hipervínculos que se decidieron incluir en el material deben ser fácilmente identificables por los usuarios.
- Siempre deben dejarse espacios libres o en blanco, ya que una hoja o pantalla demasiado saturadas desmotivarán la atención del usuario.
- De acuerdo con Lee y Owens (2000) "... es conveniente diseñar pantallas en forma de "Z". En el texto impreso es evidente que la lectura occidental es de arriba hacia abajo, de izquierda a derecha. Esto también debe tomarse en cuenta al colocar explicaciones, gráficas, etiquetas, etcétera" (en Ogalde y González, 2008, p. 108-109).
- Es preferible no usar demasiados colores, ya que éstos formarán parte del código que ayuda a explicar el documento.
- Debe elegirse una tipografía que haga legible el documento y ayude a entender su organización: no es recomendable combinar dos fuentes tipográficas; conviene usar fuentes sin patines o *sans serif* para los títulos de documentos impresos o para todo un documento electrónico; no abusar de las negritas ni de las cursivas, ya que su función precisamente es destacar algunas palabras.

Se considera por tanto que los varios aspectos señalados, permitieron tanto el análisis de las aplicaciones multimedia de la muestra representativa como la evaluación de la eficacia de las mismas a partir de la aplicación de los cuestionarios para así poder inferir los supuestos pedagógicos que encauzan el diseño de dichos materiales didácticos. En la medida de que respondió el diseño de las aplicaciones multimedia a dichos referentes teóricos fue factible determinar los supuestos pedagógicos que definen su estructura, aquello que no se constató que prevalece, fue planteado como recomendaciones resultantes de la presente investigación.

V. METODOLOGÍA

En cuanto al enfoque metodológico, el presente estudio se encauzó bajo un modelo mixto donde el enfoque cualitativo fue el que principalmente permitió explorar y explicar un fenómeno del cual se sabe poco, así como obtener significados de un proceso en específico o sea acerca del desarrollo y fundamentación pedagógica de las aplicaciones multimedia interactivas creadas como soporte a la educación informal en el Museo de las Ciencias Universum. Mientras que el método cuantitativo empleado para obtener el dato numérico sólo sirvió de apoyo en la etapa de recolección de información (de diagnóstico) sobre el fenómeno u objeto de estudio.

Entonces, con base en el enfoque cualitativo se implementó la técnica de recogida de información como es la observación controlada y sistematizada que sirvió para el análisis de las aplicaciones multimedia, estableciendo de antemano qué aspectos se estudiarían.

Respecto a la observación controlada se planteó un cuadro de observación o instrumento de registro de información y datos (Hernández *et al*, 2003), por cada uno de los multimedia de la muestra representativa que se analizó, todos correspondientes a la Sala de Química del Museo Universum “La química está en todo”: Productos de higiene, Pinturas para proteger, Empleo de aditivos, Tabla periódica y El lenguaje de la química.

Asimismo, se partió de uno de los objetivos que justifican el presente estudio:

- Analizar las estructuras y elementos que conforman las aplicaciones multimedia interactivas a partir de una muestra representativa para inferir supuestos pedagógicos que se intuye corresponden a un discurso relacionado con la teoría cognitiva del procesamiento de información correspondiente al Modelo de memoria de dos almacenes (modelo clásico).

Como parte de la implementación del tipo de observación considerada para el análisis de las aplicaciones multimedia, se consideró la lista guía (Hernández *et al*,

2003) que se desprende de la teoría cognitiva del procesamiento de la información del Modelo de memoria de dos almacenes o dual, en tanto son los aspectos que se investigaron a partir de analizar la estructura y elementos de las aplicaciones multimedia, la cual se conformó en un primer momento a partir de los siguientes componentes:

- Atención
- Percepción
- Codificación
- Almacenamiento
- Recuperación

Con la idea de indicar qué elementos de la estructura del multimedia permitirían corroborar o no corroborar estos aspectos o elementos fundamentales para que ocurra el aprendizaje; y con ello, inferir los posibles fundamentos pedagógicos del diseño de las aplicaciones multimedia interactivas del museo Universum.

Sin embargo, como producto de la entrevista sostenida con la Dra. Carmen Sánchez Mora (Subdirectora de Educación no Formal de Universum) el 28 de octubre de 2014 en las instalaciones del museo, se realizaron algunos ajustes al instrumento de registro de información para hacer el análisis correspondiente y de acuerdo con las observaciones que señaló la Dra. Mora.

Entrevista no estructurada dado el estudio de tipo exploratorio que se realizó y por lo cual se le plantearon básicamente dos preguntas que detonaron y guiaron la conversación:

- ¿Se debe retomar un específico modelo pedagógico considerando las funciones o misión de divulgación de la ciencia del museo?
- ¿Qué lineamientos didácticos deberían guiar la elaboración de un recurso de divulgación como las aplicaciones multimedia?

Así, dicha entrevista facilitó la visión que en general se maneja como perspectiva pedagógica en la elaboración de los diferentes productos de divulgación en el museo Universum y, por lo tanto, de las aplicaciones multimedia, considerados en su conjunto como recursos de apoyo para implementar la educación informal y con la cual se hace viable la misión del museo: promover una cultura científica en la población. (La entrevista sostenida con la Dra. Carmen Sánchez Mora se puede consultar en el anexo 1 del presente trabajo).

Respecto a los ajustes realizados, tienen que ver con la modificación del cuadro de observación que se contemplaba en un inicio en estos términos:

Factores para el aprendizaje	Texto	Imagen	Voz	Efectos sonoros	Música	Animación
Atención- Estímulo						
Percepción - Registros sensoriales						
Codificación- Organización , elaboración y esquemas						
Almacenamiento- Estructuras jerárquicas de proposiciones						
Recuperación- asociación de información para recordar						

Cuadro que fue modificado al considerar que no se podrían incluir todos los factores para el aprendizaje señalados (componentes de la lista guía ya referida), quedando sujeto a sólo tres de ellos: el de la atención, la percepción y la codificación en relación con la estructura y los elementos que conforman los multimedia, dado los factores de almacenamiento y recuperación son aspectos que no pueden inferirse de la revisión de la estructura del multimedia, sino que en primer lugar están en función de la experiencia del usuario al utilizar la aplicación multimedia y en segundo lugar, son factores que en todo caso suceden en el usuario en la medida que hayan sido planteados y asimilados adecuadamente los relativos a la atención, percepción y codificación en el material; por tanto, se pretendió que los factores de almacenamiento y recuperación fueran corroborados en función del instrumento de evaluación que se aplicó a los usuarios de los multimedia en su calidad de visitantes del museo Universum.

En cuanto a este primer cuadro de observación también la Dra. Mora cuestionó el cómo se interrelacionarían los elementos que conforman el multimedia con los factores para el aprendizaje y ahora reducidos a los tres ya mencionados (atención, percepción y codificación), en tanto no se podría según comentarios de la investigadora, únicamente señalar sí o no prevalecía tal o cual elemento en relación con el factor correspondiente. De ahí que se tendría que considerar los lineamientos de un referente teórico o propuesta de diseño de materiales educativos concreta para argumentar respecto a los planteamientos adecuados o no adecuados en la estructura de los multimedia por analizar, y así poder inferir los fundamentos pedagógicos que se intuye corresponden a un discurso relacionado con la teoría cognitiva del procesamiento de la información del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Por su parte, para el enfoque cuantitativo se contempló generar en primera instancia un instrumento de evaluación (utilizando cuestionarios) que permitió describir la experiencia de uso de las aplicaciones multimedia para corroborar la eficacia de las mismas en términos de favorecer un aprendizaje a los usuarios;

instrumento que se aplicó a una muestra al azar de visitantes al museo Universum, el cual se apoyó en una indagación cuantitativa durante la etapa de recolección de datos o sea para el diagnóstico que permitió conocer la distribución de una característica (Mayran, 2001), o sea en cuanto al porcentaje obtenido de cada uno de los cuestionamientos que conformaron el instrumento de evaluación y respecto del total de cuestionarios aplicados por cada uno de los multimedios de la muestra representativa de las aplicaciones multimedia que se analizó.

Entonces, el dato numérico es en el que se apoyó la interpretación de la información, esto es, la descripción del fenómeno para capturar su significado o esa indagación cualitativa que permitió revelar la historia o el significado detrás de los números (Mayran, 2001), en este caso el de la evaluación de la eficacia de las aplicaciones multimedia. Según Pereira (2011), se implementó un modelo mixto en el cual se combinaron en una misma etapa o fase de la investigación, tanto métodos cuantitativos como cualitativos. Y como igual señalan Vera y Villalón (2005):

Lo más frecuente es que los reportes cuantitativos y cualitativos en una primera fase se obtengan de un modo independiente. En una segunda fase, la que denominaremos de integración, es donde los haremos dialogar. En otras palabras haremos que la información cuantitativa se complemente con la información cualitativa y viceversa (p. 87).

Así, la implementación del instrumento de evaluación para conocer la eficacia de las aplicaciones multimedia, se dio en apego a otro de los objetivos que se contemplaron para la realización del presente estudio, el cual quedó planteado en los siguientes términos:

- Evaluar la eficacia de las aplicaciones multimedia en términos de que favorezcan un aprendizaje a los usuarios de las mismas, mediante la aplicación de cuestionarios a una población elegida al azar entre los visitantes al museo

Universum, y con ello, corroborar el logro de los objetivos que se conciben con antelación al desarrollo de las mismas.

En cuanto a la aplicación de cuestionarios se tuvo una primera versión (véase anexo 2) que permitió el pilotaje correspondiente al aplicarse a 15 visitantes al museo, pero dicha versión quedó sujeta a revisión por parte de la Dra. Camen Sánchez Mora (Subdirectora de Educación no Formal de Universum).

Entre los comentarios que proporcionó la Dra. Mora (durante la entrevista del 28 de octubre de 2014), está el haber realizado varias observaciones al cuestionario elaborado como instrumento de evaluación para corroborar la eficacia de las aplicaciones multimedia; además de indicar la posibilidad de diseñar un tipo de cuestionario por cada uno de los multimedia de la muestra por analizar, principalmente en función del objetivo especificado durante la etapa de planeación de cada uno de estos materiales interactivos.

Es importante resaltar que la población elegida al azar entre los visitantes al museo, responde al tipo de muestra no probabilística, la cual se recomienda para el diseño de investigación tipo exploratorio y que tiene por objetivo, no ser concluyente, sino documentar ciertas experiencias (Hernández *et al*, 2003) por tanto, donde la elección de los elementos (los visitantes al museo) no depende de un proceso mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad sino de la toma de decisiones de una persona o grupo de personas, de ahí que este tipo de muestras tienen un valor limitado y relativo a la muestra en sí, es decir, los datos no pueden generalizarse a una población.

Por tanto, excepto en la etapa de diagnóstico del instrumento de evaluación (aplicación de cuestionarios) en función de la indagación cuantitativa señalada, en el resto del trabajo prevaleció el enfoque metodológico cualitativo; esto es, en la interpretación de la información para la exploración, la explicación y, por ende, para obtener el significado del proceso que implica el desarrollo y fundamentación pedagógica de las aplicaciones multimedia interactivas creadas como soporte a la educación informal en el Museo de las Ciencias Universum.

Como parte del enfoque cualitativo que prácticamente definió el presente estudio, se implementaron entrevistas no estructuradas que se focalizaron en ciertos cuestionamientos a investigar derivados del problema de estudio con la idea de explorar una problemática poco conocida como la que se propuso, pero con la posibilidad de que a partir de la información que fuera vertiendo el entrevistado, se comentaran cuestionamientos no considerados de antemano.

Así, como parte de la recogida de información y en relación al uso de entrevistas no estructuradas, se consideró conveniente plantear unas preguntas que sólo guiaran la conversación, una de dichas entrevistas se aplicó a la Licenciada Adriana López Ridaura, quien es la responsable de elaborar los guiones de las aplicaciones multimedia en Universum y que junto con el jefe del departamento define los objetivos específicos de las mismas. Entonces, considerando tanto el objetivo general del proyecto museográfico de la exposición en donde se insertan las aplicaciones multimedia que se realizarán, y los objetivos concretos de éstas, se da a la tarea de elaborar los guiones correspondientes.

De esta manera, la licenciada López Ridaura facilitó el mecanismo que contempla para la realización de las aplicaciones, y no se le solicitó hiciera referencia a la parte técnica o estética, sino se le plantearon cuestionamientos en cuanto a ¿de qué manera se apoya en los objetivos que se tienen para proyectar la propuesta educativa del multimedio? Y si cree ¿sería un mayor apoyo considerar una línea pedagógica para sustentar los contenidos y facilitar las metas propuestas? (La entrevista sostenida con la Lic. Adriana López Ridaura se puede consultar en el anexo 4 del presente trabajo).

La otra entrevista se aplicó a la Dra. María del Carmen Sánchez Mora responsable del área de educación no formal en Universum, investigadora y pionera de la divulgación en México por lo que se consideró que su vasta trayectoria y experiencia en la materia apoyarían esa perspectiva pedagógica para dar mayor sustento a la elaboración de un producto de divulgación como son las aplicaciones multimedia, pero en términos de considerarlo un apoyo para la educación formal.

Como también la doctora Sánchez Mora ha sido responsable de diversas evaluaciones tanto de exposiciones al igual que de productos elaborados en Universum, vertió información valiosa para la estructuración del instrumento de evaluación que se contemplaba para evaluar la eficacia de las aplicaciones multimedia a partir de la implementación de cuestionarios a una población elegida al azar entre los visitantes al museo Universum.

Otra cuestión que implicó el enfoque cualitativo utilizado, fue lo relacionado a una aproximación inductiva, debido a que fueron exclusivamente las aplicaciones multimedia que se elaboran en Universum las que se retomaron para el estudio, y por tanto, no se pretendió generalizar los resultados que se obtuvieron al grueso de las aplicaciones multimedia que existen y se realizan incluso para la educación formal.

5.1 Recopilación de información del cuadro de observación

Es importante señalar que los aspectos contemplados en el instrumento para registrar la información de las aplicaciones multimedia de muestra, permitió establecer la relación que prevalece entre el factor de aprendizaje respectivo (atención, percepción o codificación) con los elementos de la estructura de la aplicación analizada.

Otro aspecto por acotar es que se consideró más favorable utilizar preguntas cerradas en tanto facilitó indicar qué elementos de la estructura del multimedio permite(n) corroborar o no corroborar el que prevalezcan los factores de aprendizaje, esos aspectos o elementos fundamentales para que ocurra el mismo, y con ello, poder inferir los posibles fundamentos pedagógicos del diseño de las aplicaciones multimedia interactivas del museo Universum.

Todos los aspectos del instrumento de registro que conformaron cada uno de los factores de aprendizaje (atención, percepción y codificación, retomados del Modelo dual de dos almacenes ya referido en el marco teórico) y su correspondiente registro afirmativo o negativo, representaron el material para

llevar a cabo el análisis de la estructura y elementos de las aplicaciones multimedia de la muestra representativa.

El análisis de dichos aspectos del instrumento de registro fueron vistos, por un lado, a la luz de ciertos lineamientos que Ogalde y González (2008) señalan y que debería cubrir una propuesta educativa como las aplicaciones multimedia; al igual que considerando algunos de los requisitos para estructurar eventos del proceso de aprendizaje que propone Robert Gagné, a saber: generación de la atención, relación con conocimientos previos y presentación del material de estímulo. Referidos en el marco teórico ya señalado en el capítulo IV de este trabajo.

Otros referentes teóricos o lineamientos para diseñar materiales educativos (referidos en Ogalde y González, 2008) que sirvieron de apoyo para realizar el análisis mencionado, son propuesta de Richard Mayer en el 2001, producto de su investigación sobre el uso de materiales educativos y nuevas tecnologías, bajo la óptica del procesamiento de la información; así como otros lineamientos que corresponden a algunos principios del mapeo de información de Robert E. Horn propuestos en 1989; y por último, se consideraron, entre otros lineamientos, algunos estándares de estructura, de estilo del contenido, de forma o presentación, aquellos compatibles de igual forma, con la teoría de aprendizaje del procesamiento de la información (Ogalde y González, 2008). De igual forma ya referidos en el capítulo del marco teórico.

Instrumento de registro de información sobre estructura y elementos de las aplicaciones multimedia		
Título del material: El lenguaje de la química.		
Objetivo: explicar parte del lenguaje propio de la química.		
Factor de aprendizaje de la atención	Sí	No
El título da a entender la relevancia del tema.	X	
Se presentan elementos introductorios.	X	
Se inicia el contenido del tema con un ejemplo o problema que permita introducir al usuario en el tema por tratar.		X
Se plantean preguntas para reflexionar y así crear un interés en el usuario por adquirir el nuevo conocimiento o habilidad.		X
¿Se evita una pantalla saturada de elementos y por tanto se incluyen espacios libres o en blanco?	X	
¿Qué elementos se utilizan? (marcar de la lista las que se requieran): Palabra escrita, imagen visual fija, imagen visual en movimiento, texto con imagen visual fija, texto con imagen sonora, palabra hablada, música, efectos sonoros, silencio.		
Factor de aprendizaje de la percepción	Sí	No
¿Se utilizan palabras e imágenes?	X	
¿Se incluyen imágenes explicativas?	X	
¿Las ilustraciones y su explicación están colocadas en una misma hoja o pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras y sus imágenes correspondientes se	X	

presentan en forma cercana en la pantalla?		
¿Se utilizan palabras e imágenes que se corresponden en forma simultánea?		X
¿Se presentan palabras e imágenes en forma sucesiva?	X	
¿Se presentan las ilustraciones y sus explicaciones auditivas de manera simultánea?		
¿Aparecen elementos que carecen de una función dentro del multimedia?		X
¿Se explican las animaciones o imágenes sucesivas con audio y no con texto?		X
¿Se presenta simultáneamente animación, narración audible y texto?		
Factor de aprendizaje de la codificación	Sí	No
La estructura del material implica un preámbulo, el contenido y referencias		X
¿Se organiza el texto en fragmentos y jerarquías evidentes?	X	
¿Se incluye un título visible y claro para cada tema, sección, capítulo, párrafo?	X	
¿El contenido está fragmentado en grupos de máximo nueve elementos?	X	
¿La división del contenido permite separar por tipos, etapas, cronología, nivel de dificultad, extensión, etcétera?	X	
¿Se presenta la información de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular?	X	

¿El diseño preliminar de cada apartado o pantalla se mantiene a lo largo del material y con dicha consistencia el usuario podrá entender más fácilmente la organización del material?	X	
¿Los hipervínculos se presentan de modo que sean fácilmente identificables por el usuario?	X	
¿Se contempla el diseño de pantalla en forma de “Z”, considerando que leemos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo?		X
¿Se utilizan demasiados colores para diseñar las imágenes, animaciones o textos que pudieran impedir la codificación o significado de la información?		X
¿Se utilizan diversos tipos de fuentes tipográficas?	X	
¿Se incluyen fuentes sin patines (<i>sans serif</i> como arial, verdana, calibri, etcétera)?	X	
¿Se incluyen fuentes con patines (<i>serif</i> como Times New Roman)?	X	
¿Se observa un abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas?		X

Instrumento de registro de información sobre estructura y elementos de las aplicaciones multimedia		
Título del material: Productos de higiene.		
Objetivo: explicar cómo funcionan el jabón, el champú y la pasta de dientes que usamos para la higiene personal.		
Factor de aprendizaje de la atención	Sí	No
El título da a entender la relevancia del tema.	X	

Se presentan elementos introductorios.	X	
Se inicia el contenido del tema con un ejemplo o problema que permita introducir al usuario en el tema por tratar.		X
Se plantean preguntas para reflexionar y así crear un interés en el usuario por adquirir el nuevo conocimiento o habilidad.		X
¿Se evita una pantalla saturada de elementos y por tanto se incluyen espacios libres o en blanco?	X	
¿Qué elementos se utilizan? (marcar de la lista las que se requieran): Palabra escrita, imagen visual fija, imagen visual en movimiento, texto con imagen visual fija, texto con imagen sonora, palabra hablada, música, efectos sonoros, silencio.		
Factor de aprendizaje de la percepción	Sí	No
¿Se utilizan palabras e imágenes?	X	
¿Se incluyen imágenes explicativas?	X	
¿Las ilustraciones y su explicación están colocadas en una misma hoja o pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras y sus imágenes correspondientes se presentan en forma cercana en la pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras e imágenes que se corresponden en forma simultánea?		X
¿Se presentan palabras e imágenes en forma sucesiva?	X	
¿Se presentan las ilustraciones y sus explicaciones auditivas de manera simultánea?		
¿Aparecen elementos que carecen de una función dentro del		X

multimedia?		
¿Se explican las animaciones o imágenes sucesivas con audio y no con texto?		X
¿Se presenta simultáneamente animación, narración audible y texto?		
Factor de aprendizaje de la codificación	Sí	No
La estructura del material implica un preámbulo, el contenido y referencias		X
¿Se organiza el texto en fragmentos y jerarquías evidentes?	X	
¿Se incluye un título visible y claro para cada tema, sección, capítulo, párrafo?	X	
¿El contenido está fragmentado en grupos de máximo nueve elementos?	X	
¿La división del contenido permite separar por tipos, etapas, cronología, nivel de dificultad, extensión, etcétera?	X	
¿Se presenta la información de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular?	X	
¿El diseño preliminar de cada apartado o pantalla se mantiene a lo largo del material y con dicha consistencia el usuario podrá entender más fácilmente la organización del material?	X	
¿Los hipervínculos se presentan de modo que sean fácilmente identificables por el usuario?		X
¿Se contempla el diseño de pantalla en forma de “Z”, considerando que leemos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo?	X	

¿Se utilizan demasiados colores para diseñar las imágenes, animaciones o textos que pudieran impedir la codificación de la información?		X
¿Se utilizan diversos tipos de fuentes tipográficas?	X	
¿Se incluyen fuentes sin patines (<i>sans serif</i> como arial, verdana, calibri, etcétera)?	X	
¿Se incluyen fuentes con patines (<i>serif</i> como Times New Roman)?	X	
¿Se observa un abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas?		X

Instrumento de registro de información sobre estructura y elementos de las aplicaciones multimedia		
Título del material: Empleo de aditivos.		
Objetivo: explicar los diferentes tipos de aditivos resaltando sus ventajas finales en el producto.		
Factor de aprendizaje de la atención	Sí	No
El título da a entender la relevancia del tema.		X
Se presentan elementos introductorios.		X
Se inicia el contenido del tema con un ejemplo o problema que permita introducir al usuario en el tema por tratar.	X	
Se plantean preguntas para reflexionar y así crear un interés en el usuario por adquirir el nuevo conocimiento o habilidad.		X
¿Se evita una pantalla saturada de elementos y por tanto se incluyen espacios libres o en blanco?	X	

¿Qué elementos se utilizan? (marcar de la lista las que se requieran): Palabra escrita, imagen visual fija, imagen visual en movimiento, texto con imagen visual fija , texto con imagen sonora, palabra hablada, música, efectos sonoros, silencio .		
Factor de aprendizaje de la percepción	Sí	No
¿Se utilizan palabras e imágenes?	X	
¿Se incluyen imágenes explicativas?	X	
¿Las ilustraciones y su explicación están colocadas en una misma hoja o pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras y sus imágenes correspondientes se presentan en forma cercana en la pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras e imágenes que se corresponden en forma simultánea?		X
¿Se presentan palabras e imágenes en forma sucesiva?	X	
¿Se presentan las ilustraciones y sus explicaciones auditivas de manera simultánea?		
¿Aparecen elementos que carecen de una función dentro del multimedia?		X
¿Se explican las animaciones o imágenes sucesivas con audio y no con texto?		X
¿Se presenta simultáneamente animación, narración audible y texto?		
Factor de aprendizaje de la codificación	Sí	No
La estructura del material implica un preámbulo, el contenido y		X

referencias		
¿Se organiza el texto en fragmentos y jerarquías evidentes?	X	
¿Se incluye un título visible y claro para cada tema, sección, capítulo, párrafo?	X	
¿El contenido está fragmentado en grupos de máximo nueve elementos?	X	
¿La división del contenido permite separar por tipos, etapas, cronología, nivel de dificultad, extensión, etcétera?	X	
¿Se presenta la información de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular?		X
¿El diseño preliminar de cada apartado o pantalla se mantiene a lo largo del material y con dicha consistencia el usuario podrá entender más fácilmente la organización del material?	X	
¿Los hipervínculos se presentan de modo que sean fácilmente identificables por el usuario?		
¿Se contempla el diseño de pantalla en forma de “Z”, considerando que leemos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo?		X
¿Se utilizan demasiados colores para diseñar las imágenes, animaciones o textos que pudieran impedir la codificación de la información?		X
¿Se utilizan diversos tipos de fuentes tipográficas?	X	
¿Se incluyen fuentes sin patines (<i>sans serif</i> como arial, verdana, calibri, etcétera)?	X	
¿Se incluyen fuentes con patines (<i>serif</i> como Times New Roman)?	X	

¿Se observa un abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas?		X
--	--	---

Instrumento de registro de información sobre estructura y elementos de las aplicaciones multimedia		
Título del material: Tabla periódica.		
Objetivo: explicar cómo se lee la tabla periódica y cuáles elementos están en nuestro cuerpo.		
Factor de aprendizaje de la atención	Sí	No
El título da a entender la relevancia del tema.	X	
Se presentan elementos introductorios.	X	
Se inicia el contenido del tema con un ejemplo o problema que permita introducir al usuario en el tema por tratar.		X
Se plantean preguntas para reflexionar y así crear un interés en el usuario por adquirir el nuevo conocimiento o habilidad.		X
¿Se evita una pantalla saturada de elementos y por tanto se incluyen espacios libres o en blanco?	X	
¿Qué elementos se utilizan? (marcar de la lista las que se requieran): Palabra escrita, imagen visual fija, imagen visual en movimiento, texto con imagen visual fija, texto con imagen sonora, palabra hablada, música, efectos sonoros, silencio.		
Factor de aprendizaje de la percepción	Sí	No
¿Se utilizan palabras e imágenes?	X	
¿Se incluyen imágenes explicativas?	X	

¿Las ilustraciones y su explicación están colocadas en una misma hoja o pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras y sus imágenes correspondientes se presentan en forma cercana en la pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras e imágenes que se corresponden en forma simultánea?		X
¿Se presentan palabras e imágenes en forma sucesiva?	X	
¿Se presentan las ilustraciones y sus explicaciones auditivas de manera simultánea?		
¿Aparecen elementos que carecen de una función dentro del multimedia?	X	
¿Se explican las animaciones o imágenes sucesivas con audio y no con texto?		X
¿Se presenta simultáneamente animación, narración audible y texto?		
Factor de aprendizaje de la codificación	Sí	No
La estructura del material implica un preámbulo, el contenido y referencias		X
¿Se organiza el texto en fragmentos y jerarquías evidentes?	X	
¿Se incluye un título visible y claro para cada tema, sección, capítulo, párrafo?	X	
¿El contenido está fragmentado en grupos de máximo nueve elementos?		X
¿La división del contenido permite separar por tipos, etapas, cronología, nivel de dificultad, extensión, etcétera?	X	

¿Se presenta la información de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular?		X
¿El diseño preliminar de cada apartado o pantalla se mantiene a lo largo del material y con dicha consistencia el usuario podrá entender más fácilmente la organización del material?	X	
¿Los hipervínculos se presentan de modo que sean fácilmente identificables por el usuario?	X	
¿Se contempla el diseño de pantalla en forma de “Z”, considerando que leemos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo?	X	
¿Se utilizan demasiados colores para diseñar las imágenes, animaciones o textos que pudieran impedir la codificación de la información?		X
¿Se utilizan diversos tipos de fuentes tipográficas?	X	
¿Se incluyen fuentes sin patines (<i>sans serif</i> como arial, verdana, calibri, etcétera)?	X	
¿Se incluyen fuentes con patines (<i>serif</i> como Times New Roman)?	X	
¿Se observa un abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas?		X

Instrumento de registro de información sobre estructura y elementos de las aplicaciones multimedia		
Título del material: Pinturas para proteger.		
Objetivo: mostrar algunos de los componentes de las pinturas y sus propiedades.		
Factor de aprendizaje de la atención	Sí	No

El título da a entender la relevancia del tema.	X	
Se presentan elementos introductorios.		X
Se inicia el contenido del tema con un ejemplo o problema que permita introducir al usuario en el tema por tratar.		X
Se plantean preguntas para reflexionar y así crear un interés en el usuario por adquirir el nuevo conocimiento o habilidad.		X
¿Se evita una pantalla saturada de elementos y por tanto se incluyen espacios libres o en blanco?	X	
¿Qué elementos se utilizan? (marcar de la lista las que se requieran): Palabra escrita, imagen visual fija, imagen visual en movimiento, texto con imagen visual fija, texto con imagen sonora, palabra hablada, música, efectos sonoros, silencio.		
Factor de aprendizaje de la percepción	Sí	No
¿Se utilizan palabras e imágenes?	X	
¿Se incluyen imágenes explicativas?	X	
¿Las ilustraciones y su explicación están colocadas en una misma hoja o pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras y sus imágenes correspondientes se presentan en forma cercana en la pantalla?	X	
¿Se utilizan palabras e imágenes que se corresponden en forma simultánea?		X
¿Se presentan palabras e imágenes en forma sucesiva?	X	
¿Se presentan las ilustraciones y sus explicaciones auditivas de manera simultánea?		

¿Aparecen elementos que carecen de una función dentro del multimedia?		X
¿Se explican las animaciones o imágenes sucesivas con audio y no con texto?		X
¿Se presenta simultáneamente animación, narración audible y texto?		
Factor de aprendizaje de la codificación	Sí	No
La estructura del material implica un preámbulo, el contenido y referencias		X
¿Se organiza el texto en fragmentos y jerarquías evidentes?		X
¿Se incluye un título visible y claro para cada tema, sección, capítulo, párrafo?	X	
¿El contenido está fragmentado en grupos de máximo nueve elementos?	X	
¿La división del contenido permite separar por tipos, etapas, cronología, nivel de dificultad, extensión, etcétera?	X	
¿Se presenta la información de lo simple a lo complejo, de lo general a lo particular?	X	
¿El diseño preliminar de cada apartado o pantalla se mantiene a lo largo del material y con dicha consistencia el usuario podrá entender más fácilmente la organización del material?	X	
¿Los hipervínculos se presentan de modo que sean fácilmente identificables por el usuario?		X
¿Se contempla el diseño de pantalla en forma de "Z", considerando que leemos de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo?	X	

¿Se utilizan demasiados colores para diseñar las imágenes, animaciones o textos que pudieran impedir la codificación de la información?		X
¿Se utilizan diversos tipos de fuentes tipográficas?	X	
¿Se incluyen fuentes sin patines (<i>sans serif</i> como arial, verdana, calibri, etcétera)?	X	
¿Se incluyen fuentes con patines (<i>serif</i> como Times New Roman)?	X	
¿Se observa un abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas?		X

5.2 Aplicación del instrumento de evaluación de eficacia de las aplicaciones multimedia

Para llevar a cabo el piloteo y la aplicación en sí del instrumento de evaluación a los visitantes al museo, se contempló el apoyo de las visitas guiadas o aquellos recorridos donde los visitantes al museo son guiados por un monitor que les proporciona información de la sala en cuestión (en este caso “La química está en todo”) pero no de todos los recursos y equipamientos con que cuenta esta exposición (alrededor de 50), sólo los que se consideran más relevantes. Además de una sesión de experimentos alusivos a los temas vistos durante el recorrido.

Estas visitas guiadas atienden en promedio a 20 estudiantes que en su mayoría provienen de escuelas secundarias así como del nivel medio superior y superior. La visita dura aproximadamente una hora con opción a permitirles a los visitantes tiempo libre para explorar otros recursos dentro de la Sala de Química, y es ahí donde fue posible un acercamiento de los visitantes con las aplicaciones multimedia, y que forman parte de la muestra representativa que se contempló para realizar este estudio: Productos de higiene, Pinturas para proteger, Tabla periódica, El lenguaje de la química y Empleo de aditivos.

De igual forma para la aplicación de cuestionarios se dio el caso de que algunos fueron contestados por estudiantes y adultos acompañantes de estos adolescentes que no formaban parte de las visitas guiadas referidas, dado se tenía como meta aplicar 100 cuestionarios en total de la muestra no probabilística (20 por cada una de las aplicaciones multimedia), pero aun así, no fue posible lograr dicha meta, porque los tiempos de entrega del seminario de titulación no lo permitieron, y únicamente se aplicaron 50 cuestionarios (10 por cada uno de los multimedia analizados).

Es importante resaltar que considerando que la muestra no probabilística es producto de un proceso de toma de decisiones de una persona o grupo de personas, en este caso, se consideró la sugerencia de la Dra. Carmen Sánchez Mora (Subdirectora de Educación no Formal del Museo Universum y experta entrevistada para el presente estudio), en tanto según su experiencia en materia de evaluación de productos del museo considera que aplicar de 50 a 100 cuestionarios ha sido suficiente para documentar las experiencias de los visitantes.

Asimismo, es necesario acotar que siempre fueron aplicados los cuestionarios bajo la consigna de que los visitantes se acercaran por su propia iniciativa, dado es la forma en que se esperaba sucediera el acercamiento con las aplicaciones multimedia por estudiar.

Se aplicaron dos tipos de cuestionarios, NO uno por cada multimedia de la muestra, ya que atendiendo de igual forma a las indicaciones de la Dra. Mora, se consideraron los objetivos específicos de los multimedia, y se encontró que cuatro de las cinco aplicaciones: Productos de higiene, El lenguaje de la química, Tabla periódica y Empleo de aditivos, contemplan el mismo objetivo específico para su realización en tanto buscaron EXPLICAR, y sólo el multimedio Pinturas para proteger pretendió MOSTRAR, de ahí la decisión para aplicar dos tipos de cuestionarios. (Pueden revisarse las dos versiones de los cuestionarios aplicados, en el anexo 3 del presente trabajo).

Por último, es necesario especificar que fue retomada la escala de Lickert para el diseño de los cuestionarios, en tanto, a partir de proposiciones o cuestionamientos que tienen relación directa o indirecta con el objeto considerado (en este caso las aplicaciones multimedia de la muestra), se retoma de las respuestas vertidas por los encuestados su punto de vista u opinión, sin importar la exactitud del juicio, y considerando el concepto de opinión como aquello que representa una posición mental consciente, manifiesta sobre algo o alguien... no es una postura dinámica sino más bien estática como sucede con la actitud (Hernández *et al*, 2003). Esta actitud que se indica en cada una de las proposiciones o cuestionamientos, forma parte de una gradación o *continuum* asentimiento-rechazo, favorable-desfavorable del cual el individuo que responde decide escoger una opción.

Es importante señalar que para la estructura de los cuestionarios aplicados se consideró la inclusión de cuestionamientos en relación directa con los componentes o factores para que suceda el aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual: atención, percepción, codificación, almacenamiento y recuperación, o sea aquellos que de igual forma se consideraron (atención, percepción y codificación) para el cuadro de registro de información que a su vez permitió el análisis de las aplicaciones multimedia.

Quedaron de esta manera distribuidos en el cuestionario: las preguntas 1, 2, y 3 correspondieron al factor de la atención, de la 4 a la 9 al factor de la percepción, y de la 10 a la 14, lo alusivo a la codificación; mientras que el 16, se contempló para el factor de almacenamiento, y las últimas preguntas para el relativo a la recuperación.

Asimismo, para la evaluación fue importante rescatar en qué medida la aplicación multimedia es eficaz respecto al planteamiento de los elementos que configuran el factor de aprendizaje en cuestión, tomando para ello, la referencia más favorable de la gradación o *continuum*; también hay preguntas que no están planteadas bajo un *continuum* o sea donde el usuario elige una opción que no implica un punto de vista sino un objeto o elemento de preferencia; y por último, están las abiertas, donde el usuario se expresó libremente.

5.2.1 Aplicación multimedia El lenguaje de la química

Observación para los cuestionarios aplicados. Respecto a la pregunta No. 5 de los cuestionarios: *¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?* no fue posible reestructurar la redacción y con ello, aclarar a qué se le consideraban “elementos introductorios” ya que en el museo Universum se imprimieron los cuestionarios antes de que se contemplara dicha aclaración, por ello, cuando se les entregaba a los visitantes los cuestionarios, se les daba la explicación en cuanto a que se trataba de aquellos párrafos o secciones que dan una idea de lo que va a tratar al tema en cuestión.

Vaciado de información de cuestionarios aplicados:

Aplicación multimedia: El lenguaje de la química (total de encuestados 10)					
Pregunta	Nada	Poco	Regular	Suficiente	Mucho
1. ¿Consideras que el multimedio llamó tu atención?			2	2	6
	Un texto	Imagen	Animación	Audio	
2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?	3	4	1	2	
	Muy clara	Clara	Poco clara	Nada clara	
3. ¿Ese elemento que llamó la atención te dio una idea	8	2			

clara sobre el tema del multimedia?					
4. ¿Cuál es el tema del multimedia? (pregunta abierta)	El total de encuestados contestaron acerca de la composición o configuración de los elementos o simplemente el título del multimedio que es el lenguaje de la química.				
	Poco	Regular	Suficiente	Mucho	
5. ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?		4	4	2	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?	6	4			

	Imágenes	Videos	Animaciones	Textos	Audios
7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?	6	1	2	1	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
8. ¿El o los elementos que captaron tu atención te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?	8	2			
9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema? (pregunta abierta)	2 expresaron que con fórmulas, 1 con nomenclatura y moléculas, y 1 con la tabla periódica. 6 personas no contestaron.				
	Complicada	Sencilla			
10. La organización de los elementos en pantalla te	1	5			

pareció					
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
11. ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?	4	2	2	2	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
12. ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?	6	4			
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
13. ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?	2	3	4		

	Las imágenes y su explicación separadas	Las animaciones con narraciones y además texto en pantalla	Elementos que consideras no cumplen ninguna función en pantalla		
14. La confusión la produjeron	1	2	1		
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
15. ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación con el tema, facilitaron tu comprensión?	3	2		1	
	Muy útil	Útil	Poco útil	Nada útil	
16. ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedia?	5	4			
	Nada	Parcialmente	Mucho	Totalmente	
17. ¿Esta información la utilizarás en tu	1	3	3	2	

vida diaria?					
18. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías? (pregunta abierta)	2 personas señalaron que para la escuela y 1 persona para reconocer el compuesto de algún producto. 7 personas no contestaron.				

5.2.2 Aplicación multimedia Productos de higiene

Vaciado de información de cuestionarios aplicados:

Aplicación multimedia: Productos de higiene (total de encuestados 9)					
Pregunta	Nada	Poco	Regular	Suficiente	Mucho
1. ¿Consideras que el multimedio llamó tu atención?			3	4	2
	Un texto	Imagen	Animación	Audio	
2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención?		5	4		
	Muy clara	Clara	Poco clara	Nada clara	
3. ¿Ese elemento que llamó la atención te dio una idea clara sobre el	5	3	1		

tema del multimedia?					
4. ¿Cuál es el tema del multimedia? (pregunta abierta)	El total de encuestados contestaron que sobre productos de limpieza				
	Poco	Regular	Suficiente	Mucho	
5. ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?	3	1	3	2	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?	5	3		1	

	Imágenes	Videos	Animaciones	Textos	Audios
7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?	5		2	2	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
8. ¿El o los elementos que captaron tu atención te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?	6	3			
9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema? (pregunta abierta)	2 expresaron que con la idea de que la química está en todo, 1 con el jabón, la pasta de dientes y el agua, 1 con el cuidado del cuerpo y 1 con el agua. 4 personas no contestaron.				
	Complicada	Sencilla			
10. La organización de los elementos en		9			

pantalla te pareció					
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
11. ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?		3	3	3	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
12. ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?	6	2	1		
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
13. ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?		2	2	5	

	Las imágenes y su explicación separadas	Las animaciones con narraciones y además texto en pantalla	Elementos que consideras no cumplen ninguna función en pantalla		
14. La confusión la produjeron	2	3	1		
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
15. ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación con el tema, facilitaron tu comprensión?	4	3		1	
	Muy útil	Útil	Poco útil	Nada útil	
16. ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedia?	1	7	1		
	Nada	Parcialmente	Mucho	Totalmente	
17. ¿Esta información la		3	3	3	

utilizarás en tu vida diaria?					
18. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías?	7 contestaron que para aseo personal, 1 para relacionarlo con temas que ve en la escuela, No contestó 1 persona.				

5.2.3 Aplicación multimedia Empleo de aditivos

Vaciado de información de cuestionarios aplicados:

Aplicación multimedia: Empleo de aditivos (total de encuestados 10)					
Pregunta	Poco	Regular	Suficiente	Mucho	Nada
1. ¿Consideras que el multimedio llamó tu atención?	1	3	3	3	
	Un texto	Imagen	Animación	Audio	Otro
2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención?	1	4	3		2
	Muy clara	Clara	Poco clara	Nada clara	
3, ¿Ese elemento que llamó la atención te dio una idea clara sobre el tema del	1	7	2		

multimedia?					
4. ¿Cuál es el tema del multimedia? (pregunta abierta)	6 contestaron que sobre composición o propiedades de los alimentos, 3 de ellos especificaron que industrializados. 4 personas no contestaron.				
	Poco	Regular	Suficiente	Mucho	
5. ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?	2	4	4	1	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?	2	8			
	Imágenes	Videos	Animaciones	Textos	Audios
7. ¿Qué	2	2		6	

elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?					
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
8. ¿El o los elementos que captaron tu atención te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?	5	4	1		
9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema? (pregunta abierta)	1 persona lo relacionó con los emulsificantes, 1 con nombres de compuestos químicos, 3 con alimentos, 1 con textos, 1 con imágenes. 3 personas no contestaron.				
	Complicada	Sencilla			
10. La organización de los elementos en pantalla te pareció		9			

	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
11. ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?	2	1	1	6	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
12. ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?	5	3	1	1	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
13. ¿Encontraste elementos que te originaran		2	2	5	

confusión?					
	Las imágenes y su explicación separadas	Las animaciones con narraciones y además texto en pantalla	Elementos que consideras no cumplen ninguna función en pantalla		
14. La confusión la produjeron			3		
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
15. ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación con el tema, facilitaron tu comprensión?	7	1	1		
	Muy útil	Útil	Poco útil	Nada útil	
16. ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedio?	4	6			
	Nada	Parcialmente	Mucho	Totalmente	
17. ¿Esta		8	2		

información la utilizarás en tu vida diaria?					
18. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías? (pregunta abierta)	2 personas la consideraron como cultura, 1 para elegir los alimentos que se consumen, 1 para saber los compuestos de algunos alimentos, 1 para la escuela y 1 para saber comprar productos. 4 personas no contestaron.				

5.2.4 Aplicación multimedia Tabla periódica

Vaciado de información de cuestionarios aplicados:

Aplicación multimedia: Tabla periódica (total de encuestados 11)					
Pregunta	Nada	Poco	Regular	Suficiente	Mucho
1. ¿Consideras que el multimedio llamó tu atención?			2	3	6
	Un texto	Imagen	Animación	Audio	Otro
2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención?	2	5	4		
	Muy clara	Clara	Poco clara	Nada clara	
3. ¿Ese elemento que llamó la atención	5	6			

te dio una idea clara sobre el tema del multimedia?					
4. ¿Cuál es el tema del multimedia? (pregunta abierta)	4 contestaron que sobre la tabla periódica, 1 sobre el universo. 6 personas no contestaron.				
	Poco	Regular	Suficiente	Mucho	
5. ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?	1	3	4	3	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos	5	4			

de la pantalla?					
	Imágenes	Videos	Animaciones	Textos	Audios
7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?	7	1		2	1
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
8. ¿El o los elementos que captaron tu atención te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?	7	3			
9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema? (pregunta abierta)	5 contestaron que: con agua, bióxido de carbono, oxígeno, oro, cobre, plata, elementos químicos, capas de la tierra, fósiles. 6 personas no contestaron.				
	Complicada	Sencilla			

10. La organización de los elementos en pantalla te pareció		7			
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
11. ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?	1	2	4	4	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
12. ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?	7	4			
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
13. ¿Encontraste elementos que te		1	2	4	

originaran confusión?					
	Las imágenes y su explicación separadas	Las animaciones con narraciones y además texto en pantalla	Elementos que consideras no cumplen ninguna función en pantalla		
14. La confusión la produjeron	1	1	2		
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
15. ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación al tema, facilitaron tu comprensión?	4	3			
	Muy útil	Útil	Poco útil	Nada útil	
16. ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedia?	7	4			

	Nada	Parcialmente	Mucho	Totalmente	
17. ¿Esta información la utilizarás en tu vida diaria?	2	3	4	2	
18. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías?	1 persona contestó que para ver el contenido del medicamento, 1 para repaso de la materia de química, 1 para corroborar las medicinas y 1 para los productos de higiene y ropa. 7 personas no contestaron.				

5.2.5 Aplicación multimedia Pinturas para proteger

Vaciado de información de cuestionarios aplicados:

Observación. Este cuestionario es otra versión del aplicado a los otros cuatro multimedia, y se planteó como otra versión debido a que esta aplicación difiere por el tipo de objetivo que se contempló para su realización.

Aplicación multimedia: Pinturas para proteger (total de encuestados 10)					
Pregunta	Nada	Poco	Regular	Suficiente	Mucho
1. ¿Consideras que el multimedio llamó tu atención?		2	4	3	1
	Un texto	Imagen	Animación	Audio	Otro
2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención?		7	3		
	Muy clara	Clara	Poco clara	Nada clara	
3. ¿Ese elemento	2	8			

que llamó la atención te dio una idea clara sobre el tema del multimedia?					
4. ¿Cuál es el tema del multimedia? (pregunta abierta)	3 contestaron que sobre capas que protegen, 1 sobre las pinturas y 2 para saber utilizar las pinturas que nos permiten cuidar una casa o el coche. 4 personas no contestaron.				
	Poco	Regular	Suficiente	Mucho	
5. ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?	1	5	1	2	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?	1	7	2		

	Imágenes	Videos	Animaciones	Textos	Audios
7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?	3	1	5		1
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
8. ¿El o los elementos que captaron tu atención te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?	7	3			
9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema? (pregunta abierta)	1 persona con un sitio donde pintan coches, y 1 que con nada. 8 personas no contestaron.				
	Complicada	Sencilla			
10. La organización de los elementos en pantalla te pareció	3	7			
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	

11. ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?	3	2	4	1	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
12. ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?	3	6		1	
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
13. ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?		5	2	3	
	Las imágenes y su explicación separadas	Las animaciones con narraciones y además texto en	Elementos que consideras no cumplen ninguna función en		

		pantalla	pantalla		
14. La confusión la produjeron		6	2		
	Muy útil	Útil	Poco útil	Nada útil	
15. ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedia?	3	7			
	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca	
16. ¿Las propiedades y componentes de las pinturas que se mostraron consideras es información que utilizarás en tu vida diaria?	2	8			
17. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías? (pregunta abierta)	4 mencionaron que para cuidados de su casa y coche, 1 para proteger objetos o una pared y 1 para cuidar su coche de los rayos solares. 4 personas no contestaron.				

VI. RESULTADOS

6.1 Análisis de las aplicaciones multimedia de la muestra representativa

6.1.1 El lenguaje de la química

Factor de aprendizaje de la atención

La aplicación multimedia “El lenguaje de la química” al ser observada se concluyó que algunos de los elementos de su estructura favorecen el factor de aprendizaje de la atención (o aquel proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos potenciales), con base en lo que propone Robert Gagné (en Ogalde y González, 2008) sobre los eventos que deberían considerarse en un planteamiento de enseñanza y aprendizaje. Es importante acotar que estos aspectos o referentes teóricos que se contemplaron para el instrumento de registro de información y, por ende, para analizar tanto este factor como los otros factores que conforman dicho instrumento, no agotan las posibilidades al respecto, sólo se ha retomado del material revisado lo que se ha inferido se relaciona con los componentes del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Así, el evento correspondiente al de **Generación de la atención** se cumple dado la aplicación incluye un título que indica la relevancia del tema a tratar (figura 1). No obstante el evento correspondiente a la **Presentación del material de estímulo** está ausente en la medida de que no se plantean ejemplos, problemas o preguntas para introducir al usuario en el tema a tratar, lo cual de igual forma permitiría establecer una **relación con conocimientos previos del usuario**, de hecho este último como otro evento del proceso de enseñanza y aprendizaje propuesto por Robert Gagné. Lo que sí se incluye es un aspecto de **los estándares de forma o presentación** (figura 1) en cuanto a que se evita un manejo de pantallas saturadas de elementos y, por tanto, sí se incluyen espacios en blanco (en Ogalde y González, 2008).



Figura 1. Eventos que favorecen la enseñanza- aprendizaje: título del tema a tratar y un manejo de pantallas no saturadas.

Por último, y atendiendo a lo que se señala en cuanto a que la información se procesa por lo general a través de dos canales: visual-auditivo y que además tienen una capacidad limitada (Richard Mayer, 2001 en Ogalde y González, 2008), se observó que la aplicación multimedia está estructurada por elementos como palabra escrita, imagen visual fija, texto con imagen visual fija y efectos sonoros al igual que silencio (figura 1).

Relación de los eventos que favorecen la enseñanza- aprendizaje y su inserción en la aplicación multimedia El lenguaje de la química	
Generación de la atención	SÍ
Presentación del material de estímulo	NO
Relación con conocimientos previos del usuario	NO
Se evita un manejo de pantallas saturadas	SÍ
Procesamiento de los canales visual-auditivo	Prevalece lo visual

Tabla 1.

Se desprende, por tanto, que aunque el factor de aprendizaje de la atención está parcialmente contemplado, sí permite corroborarse que prevalece en la aplicación

multimedia y, con ello, deducir que corresponde a fundamentos pedagógicos como los que propone la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la percepción

Este factor de aprendizaje que corresponde al significado que se asigna a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos, fue revisado en función de algunos de los principios que Richard Mayer propone en su teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y que pueden ser aplicados al diseñar materiales educativos (en Ogalde y González, 2008).

De esta manera, se tiene que sí se cumple con el principio de **multimedia** para elaborar la estructura de la aplicación multimedia al hacer uso de palabras e imágenes, y de igual forma se incluyen imágenes explicativas; en cuanto al principio de **contigüidad espacial**, se cumple en la medida de que las ilustraciones y su explicación están en la misma pantalla, y que las palabras y sus imágenes correspondientes no están alejadas unas de otras en la pantalla (figura 2).

Por su parte, el principio de **contigüidad temporal**, no prevalece en la medida de que la palabras e imágenes se presentan en forma sucesiva y no en forma simultánea que es el caso de que un audio explicara la ilustración, pero como ya se mencionó en el factor de la atención, esta aplicación multimedia sólo maneja efectos sonoros. Otro de los principios de Mayer, es el de la **coherencia** planteado en términos de que es necesario evitar aparezcan elementos que no tengan una función dentro del material, lo cual sí se cumple en la aplicación (figura 2).

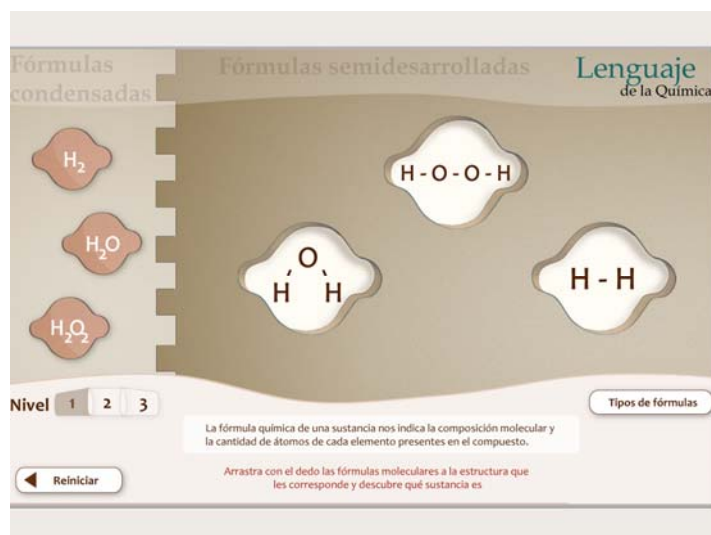


Figura 2. Principios del aprendizaje multimedia: el de multimedia, contigüidad espacial y coherencia.

En cuanto a los principios de **modalidad** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con texto” en Ogalde y González, 2008, p. 21) y **redundancia** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con narración y texto en pantalla” en Ogalde y González, 2008, p. 21) son elementos no contemplados como parte de la estructura de la aplicación observada.

Principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y su incorporación a la aplicación multimedia el Lenguaje de la química	
Uso de palabras e imágenes (multimedia)	SÍ e imágenes explicativas
Ilustración y explicación en la misma pantalla (contigüidad espacial)	SÍ
Palabras e imágenes en forma simultánea (contigüidad temporal)	NO
Elementos que no tienen una función (coherencia)	SÍ
Animación con narración (modalidad)	NO
Animación con narración y texto en pantalla (redundancia)	NO

Tabla 2.

Así, se concluye que algunos de los elementos que apelan al factor de aprendizaje de la percepción se contemplan en la estructura de la aplicación multimedia y, por ende, este factor se infiere, es parte de fundamentos pedagógicos como los que propone la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la codificación

El factor de aprendizaje de la codificación puede suceder como ya se apuntó anteriormente, siempre y cuando prevalezca la organización en el material a partir de esquemas que permitan organizar la información en unidades más grandes conformadas por trozos de información, todo ello, para obtener sistemas significativos.

Los elementos acotados respecto a este factor en el cuadro de observación están relacionados con la propuesta de principios del mapeo de información de Robert E, Horn (1989) aplicados a la elaboración de materiales educativos basados en computadora: “El objetivo de estos principios es convertir cualquier documento en un verdadero mapa que guíe al lector para encontrar rápidamente la información de interés, sin tener que revisar todo el material” (en Ogalde y González, 2008, p. 100).

Así, se contempla que en cuanto a la estructura de la aplicación, no prevalecen los tres elementos que se plantean, en tanto la aplicación no incluye un preámbulo ni referencias, sólo el contenido a tratar, el cual se organiza textualmente en fragmentos y jerarquías evidentes (figura 3).

Otro principio del mapeo es el relacionado a la inclusión de un título visible y claro para cada tema o sección que conforman el multimedio de El lenguaje de la química, que sí se cumple, al igual que el principio respecto a que el contenido debe estar fragmentado en grupos de máximo nueve elementos (figura 3) o aquellos segmentos o fragmentos para definir un concepto o un proceso o un procedimiento; así como para especificar principios, hechos; al igual que incluir, organigramas, diagramas de árbol o tablas (Horn, R. 1989 en Ogalde y González, 2008).



Figura 3. Mapeo de información: título visible para cada tema, no más de nueve elementos y jerarquías evidentes. De lo simple a lo complejo, por niveles de dificultad y se mantiene diseño preliminar.

También se cumple con el principio de que la información se presenta de lo simple a lo complejo y que la división del contenido se plantea en términos de nivel de dificultad (figura 3). Un último principio del mapeo de información que igual se contempla en la aplicación multimedia es que el diseño preliminar de las pantallas se mantiene a lo largo del material, lo cual al usuario le permite entender más fácilmente la organización del mismo (figura 3).

Por otra parte, se cotejaron algunos estándares propuestos en Ogalde y González (2008) como de estilo del contenido, específicamente aquel que especifica que los hipervínculos deben presentarse de modo que sean fácilmente identificables por el usuario, lo cual se corroboró que sí se contempla (figura 4) en la aplicación revisada.



Figura 4. Estándares de forma: hipervínculos visibles, sin demasiados colores y varios tipos de letras.

Como parte de los estándares de forma y presentación, se pudo apreciar que no se incluye el diseño de pantalla en forma de “z” o aquel que considera que se lee de izquierda a derecha y de arriba abajo; de igual forma no se utilizan demasiados colores (figura 4) para diseñar las imágenes o los textos, lo cual facilita la codificación o significado de la información (Ogalde y González, 2008).

Para la forma o presentación, también se cotejó se incluyen varios tipos de fuentes tipográficas, lo cual se plantea como no recomendable, o sea tanto letras tipo *serif* (con patines) que son para materiales impresos y se utilizan en la aplicación El lenguaje de la química como las de tipo *sans serif*, éstas sí recomendadas para materiales electrónicos o hechos con computadora; y como último estándar de forma o presentación, se observó no se da un abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas (figura 4).

Principios del mapeo de información en la aplicación El Lenguaje de la química	
Estructura con los tres elementos: preámbulo, contenido y referencias	NO, sólo se incluye contenido
Texto fragmentado y jerarquías	SÍ

evidentes	
Título visible y claro para cada tema	SÍ
Contenido segmentado en máximo nueve elementos	SÍ
Información presentada de lo simple a lo complejo	SÍ
El diseño se mantiene a lo largo del material	SÍ
Estándares de forma incorporados a esta aplicación multimedia	
Hipervínculos fácilmente identificables	SÍ
Diseño de pantalla en forma de “z”	NO
Demasiados colores para diseñar imágenes y textos	NO
Diversos tipos de fuentes tipográficas	SÍ
Abuso de estilos de fuentes	NO

Tabla 3.

Este factor de aprendizaje de la codificación, con base en los referentes teóricos señalados de los cuales la mayoría se cumplen, se considera de igual forma es un factor retomado para el diseño de las aplicaciones multimedia de Universum y, por ende, se deduce como uno de los fundamentos pedagógicos que propone la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

6.1.2 Productos de higiene

Factor de aprendizaje de la atención

Como producto de la observación, este factor de la atención se favorece en la aplicación, a partir de la inserción en su estructura de elementos como los que propone Robert Gagné (en Ogalde y González, 2008) sobre los eventos que

deberían considerarse en un planteamiento de enseñanza y aprendizaje. Los aspectos o referentes teóricos que se contemplaron para el instrumento de registro de información y, que permitieron el análisis de este factor como de los otros factores que conforman el mismo, no agotan las posibilidades al respecto, sólo se retomó del material revisado lo que se ha inferido se relaciona con los componentes del Modelo de memoria de dos almacenes.

El evento de la **Generación de la atención** se cumple (figura 5) porque la aplicación contiene un título que muestra la relevancia del tema. Por su parte, el aspecto relacionado con la **Presentación del material de estímulo** está ausente dado no se plantean ejemplos, problemas o preguntas para introducir al usuario en el tema, que a su vez permitiría establecer una **relación con conocimientos previos del usuario**, este último como otro evento que propone Robert Gagné para definir el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sí se incluye el aspecto de los **estándares de forma o presentación** relacionado con el no manejo de pantallas saturadas de elementos (figura 5), de ahí que se incluyen los indispensables espacios en blanco (en Ogalde y González, 2008).



Figura 5. Eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje: título del tema y manejo de pantallas con espacios en blanco.

Por otra parte, y dado que la información se procesa por lo general a través de dos canales: visual-auditivo y de tener una capacidad limitada (Richard Mayer, 2001

en Ogalde y González, 2008), se observó (figura 5) que la aplicación multimedia se estructura a partir de palabra escrita, imagen visual fija, imagen visual en movimiento, texto con imagen visual fija y efectos sonoros al igual que silencio.

Relación de los eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje y su inserción en la aplicación multimedia Productos de higiene	
Generación de la atención	SÍ
Presentación del material de estímulo	NO
Relación con conocimientos previos del usuario	NO
Se evita un manejo de pantallas saturadas	SÍ
Procesamiento de los canales visual-auditivo	Prevalece lo visual

Tabla 4.

Entonces, aunque el factor de aprendizaje de la atención en parte está contemplado, se corrobora persiste en la aplicación multimedia y, se infiere como fundamento pedagógico correspondiente a la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la percepción

Este factor de aprendizaje que sucede en la medida de que se asigne significado a los estímulos captados por los sentidos, fue observado a la luz de principios que Richard Mayer propone en su teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, y que pueden ser aplicados en el diseño de materiales educativos (en Ogalde y González, 2008).

En primer lugar, la estructura del interactivo sí se cumple con el principio de **multimedia** al hacer uso de palabras e imágenes (figura 6), además de incorporar imágenes explicativas; el principio de **contigüidad espacial** se cumple debido a que las ilustraciones y su explicación están en la misma pantalla, y no se encuentran alejadas unas de otras en dicha pantalla (figura 6).

El principio de **contigüidad temporal** no prevalece ya que las palabras e imágenes se presentan en forma sucesiva y no simultánea o aquella situación cuando un audio explica la ilustración, pero como ya me mencionó en el factor de la atención, este interactivo sólo maneja efectos sonoros. La **coherencia** como otro de los principios de Mayer o aquella necesidad de evitar aparezcan elementos sin una función dentro del material, persiste en la aplicación (figura 6).

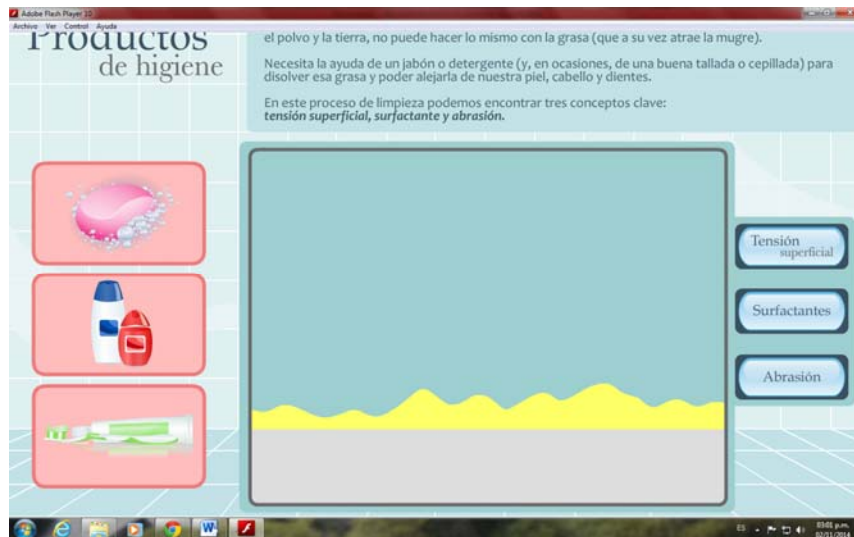


Figura 6. Principios del aprendizaje multimedia: de multimedia, de contigüidad espacial y coherencia.

No se cumple el principio de **modalidad**, ya que se explican las animaciones con texto y no con audio; y el principio relativo a la **redundancia** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con narración y texto en pantalla” en Ogalde y González, 2008, p. 21) no se contempla como parte de la estructura del interactivo.

Principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y su incorporación a la aplicación multimedia Productos de higiene	
Uso de palabras e imágenes (multimedia)	SÍ e imágenes explicativas
Ilustración y explicación en la misma pantalla (contigüidad espacial)	SÍ

Palabras e imágenes en forma simultánea (contigüidad temporal)	NO
Elementos que no tienen una función (coherencia)	SÍ
Animación con narración (modalidad)	NO
Animación con narración y texto en pantalla (redundancia)	NO

Tabla 5.

Se concluye que varios de los elementos que facilitan el factor de aprendizaje de la percepción estructuran este multimedia, su persistencia permite deducir que corresponde a uno de los fundamentos pedagógicos propuestos por la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes.

Factor de aprendizaje de la codificación

El factor de aprendizaje de la codificación puede suceder mientras prevalezca la organización en el material vía esquemas que faciliten la organización de la información en unidades más grandes donde a partir de trozos de información, sea posible obtener sistemas significativos.

Para estructurar este cuadro de observación se retomaron elementos relacionados con los principios del mapeo de información de Robert E, Horn (1989) aplicados a la elaboración de materiales educativos y basados en computadora: “El objetivo de estos principios es convertir cualquier documento en un verdadero mapa que guíe al lector para encontrar rápidamente la información de interés, sin tener que revisar todo el material” (en Ogalde y González, 2008, p. 100).

Por tanto, se contempla en la estructura de la aplicación, que no incluye los tres elementos que se plantean, ya que el interactivo contiene un preámbulo y el contenido a tratar, pero no referencias. Asimismo, se observa que dicho contenido se organiza en fragmentos y jerarquías evidentes (figura 7).

Un principio más del mapeo es la inclusión de un título visible y claro para cada tema o sección del multimedia de Productos de higiene, lo cual sí se cumple, así como el principio respecto a que el contenido debe estar fragmentado máximo en grupos de nueve elementos (figura 7), aquellos segmentos o fragmentos para definir un concepto o un proceso o un procedimiento; así como para especificar principios, hechos; al igual que incluir, organigramas, diagramas de árbol o tablas (Horn, R. 1989 en Ogalde y González, 2008).

Se cumple, asimismo, con el principio de presentar la información de lo simple a lo complejo y que la división del contenido sea planteada por tipos de productos. Un último principio del mapeo de información que también se considera en la aplicación, es que el diseño se mantiene a lo largo del material, y ello facilita que el usuario comprenda más fácilmente su organización (figura 7).

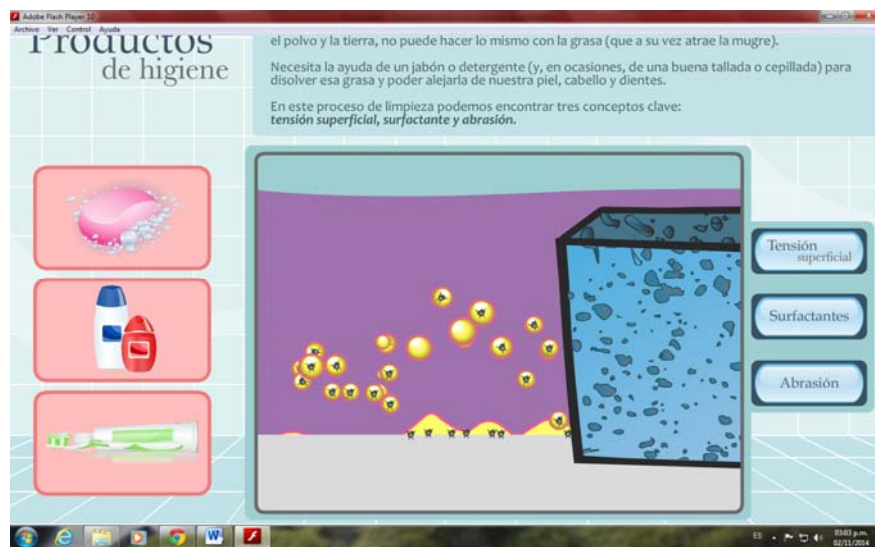


Figura 7. Mapeo de información: título visible para cada tema, no más de nueve elementos y jerarquías evidentes. De lo simple a complejo, por tipos de productos y se mantiene diseño.

Por otra parte, se corroboraron algunos estándares propuestos en Ogalde y González (2008) como de estilo del contenido, principalmente el que especifica que los hipervínculos deben ser fácilmente identificables por el usuario, lo cual no se propone adecuadamente en el multimedia debido a que si bien es cierto que actualmente, la mayoría de los hipervínculos se representan con una “manita”, en

la aplicación, dicha “manita” no se activa al momento de ubicarse en algún objeto de la pantalla en especial, sino que se mantiene activa por toda la superficie de la pantalla, haciendo que dichos hipervínculos no sean fácilmente identificables por el usuario.

En cuanto a los estándares de forma y presentación, se pudo apreciar se incluye el diseño de pantalla en forma de “z” (figura 8) que implica el que se lea de izquierda a derecha y de arriba abajo; también no se observó el uso de demasiados colores para diseñar las imágenes o los textos (figura 8), facilitando con ello, la codificación o significado de la información (Ogalde y González, 2008).

En cuanto a la forma o presentación, también se apreció el uso de varias fuentes tipográficas, no recomendable (figura 8), esto es, tanto letras tipo *serif* (con patines) para materiales impresos y que se utilizan en la aplicación de Productos de higiene, como las de tipo *sans serif*, éstas sí recomendadas para materiales electrónicos o hechos con computadora; y otro estándar de forma o presentación que se observó, es el no abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas.



Figura 8. Estándares de forma: pantalla en forma de “z”, pocos colores y varios tipos de fuentes tipográficas.

Principios del mapeo de información en la aplicación Productos de higiene	
Estructura con los tres elementos: preámbulo, contenido y referencias	Incluye preámbulo y contenido
Texto fragmentado y jerarquías evidentes	SÍ
Título visible y claro para cada tema	SÍ
Contenido segmentado en máximo nueve elementos	SÍ
Información presentada de lo simple a lo complejo	SÍ
El diseño se mantiene a lo largo del material	SÍ
Estándares de forma incorporados a esta aplicación multimedia	
Hipervínculos fácilmente identificables	NO
Diseño de pantalla en forma de “z”	SÍ
Demasiados colores para diseñar imágenes y textos	NO
Diversos tipos de fuentes tipográficas	SÍ
Abuso de estilos de fuentes	NO

Tabla 6.

El factor de aprendizaje de la codificación, tomando como referencia los aspectos teóricos señalados y considerando que la mayoría se cumplen, se corrobora es un factor retomado para el diseño de los multimedia de Universum y, por tanto, se deduce es fundamento pedagógico como tal de la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

6.1.3 Empleo de aditivos

Factor de aprendizaje de la atención

Este factor de la atención se ve favorecido por los elementos que contempla la estructura de la aplicación Empleo de aditivos, considerando en el momento de la observación lo que propone Robert Gagné (en Ogalde y González, 2008) sobre los eventos que deberían considerarse en un planteamiento de enseñanza y aprendizaje. Importante acotar que los referentes teóricos considerados para el instrumento de registro de información y, por ende, para analizar tanto este factor como los otros factores que conforman dicho instrumento, no conforman el total de posibilidades, sólo se ha retomado del material revisado lo que se ha inferido tiene relación con los componentes del Modelo de memoria de dos almacenes.

El evento correspondiente al de **Generación de la atención** no se cumple dado la aplicación no incluye un título que indica la relevancia del tema a tratar, ya que en donde se encuentra ubicado en la sala de química, se observa un letrero que dice: “Productos industrializados”, de ahí que el título parece no corresponder al tema por tratar (figura 9). Por su parte, el evento correspondiente a la **Presentación del material de estímulo** se cumple en la medida de que se incluyen ejemplos para introducir al usuario en el tema a tratar (figura 9), lo cual permite establecer una **relación con conocimientos previos del usuario**, de hecho este último como otro evento del proceso de enseñanza y aprendizaje propuesto por Robert Gagné. Igual se incluye un aspecto de **los estándares de forma o presentación** en cuanto a que se evita un manejo de pantallas saturadas de elementos (figura 9) y, por tanto, sí se incluyen espacios en blanco (en Ogalde y González, 2008).



Figura 9. Eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje: título del tema, ejemplos del tema a tratar y manejo de pantallas con espacios en blanco.

Atendiendo a lo que se señala en cuanto a que la información se procesa por lo general a través de dos canales: visual-auditivo y que además tienen una capacidad limitada (Richard Mayer, 2001 en Ogalde y González, 2008), se observó que la aplicación multimedia está estructurada por elementos como palabra escrita, imagen visual fija, texto con imagen visual fija y silencio.

Relación de los eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje y su inserción en la aplicación multimedia Empleo de aditivos	
Generación de la atención	NO
Presentación del material de estímulo	SÍ
Relación con conocimientos previos del usuario	SÍ
Se evita un manejo de pantallas saturadas	SÍ
Procesamiento de los canales visual-auditivo	Prevalece lo visual

Tabla 7.

Aunque el factor de aprendizaje de la atención está parcialmente contemplado, sí permite corroborarse que prevalece en la aplicación multimedia, de ahí que se

infiere por tanto es uno de los fundamentos pedagógicos como los que propone la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la percepción

Este factor de aprendizaje que corresponde al significado que se asigna a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos, fue revisado en función de algunos de los principios que Richard Mayer propone en su teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, viables para ser aplicados al diseñar materiales educativos (en Ogalde y González, 2008).

De esta manera, se cumple con el principio de **multimedia** para elaborar la estructura de la aplicación multimedia al hacer uso de palabras e imágenes, y se incluyen imágenes explicativas; en cuanto al principio de **contigüidad espacial**, se cumple en la medida de que las ilustraciones y su explicación se encuentran en la misma pantalla, y no están alejadas unas de otras en dicha pantalla (figura 10).

El principio de **contigüidad temporal** no prevalece en la medida de que las palabras e imágenes se muestran en forma sucesiva y no en forma simultánea como sería el caso que un audio explicara la ilustración, pero como ya me mencionó en el factor de la atención, esta aplicación multimedia sólo contempla el silencio. La **coherencia** como otro de los principios de Mayer, sirve para evitar aparezcan elementos que no tengan una función dentro del material, lo cual sí se cumple en la aplicación (figura 10).



Figura 10. Principios del aprendizaje multimedia: el de multimedia, de contigüidad espacial y coherencia.

En cuanto a los principios de **modalidad** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con texto” en Ogalde y González, 2008, p. 21) y **redundancia** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con narración y texto en pantalla” Ogalde y González, 2008, p. 21) son elementos no contemplados como parte de la estructura de la aplicación observada.

Principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y su incorporación a la aplicación multimedia Empleo de aditivos	
Uso de palabras e imágenes (multimedia)	SÍ e imágenes explicativas
Ilustración y explicación en la misma pantalla (contigüidad espacial)	SÍ
Palabras e imágenes en forma simultánea (contigüidad temporal)	NO
Elementos que no tienen una función (coherencia)	SÍ
Animación con narración (modalidad)	NO
Animación con narración y texto en pantalla (redundancia)	NO

Tabla 8.

De esta manera, se concluye que la mayoría de los elementos que apelan al factor de aprendizaje de la percepción se contemplan en la estructura de la aplicación multimedia, así, este factor se deduce es parte de fundamentos pedagógicos como los propuestos por la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la codificación

El factor de aprendizaje de la codificación puede suceder como ya se mencionó, siempre y cuando prevalezca la organización en el material a partir de esquemas que permitan organizar la información en unidades más grandes conformadas por trozos de información, todo ello, para obtener sistemas significativos.

Los elementos acotados en el cuadro de observación están relacionados por un lado, con la propuesta de los principios del mapeo de información de Robert E, Horn (1989) que pueden aplicarse para elaborar materiales educativos realizados en computadora: “El objetivo de estos principios es convertir cualquier documento en un verdadero mapa que guíe al lector para encontrar rápidamente la información de interés, sin tener que revisar todo el material” (en Ogalde y González, 2008, p. 100).

Respecto a la estructura de la aplicación, no prevalecen los tres elementos requeridos, en tanto no incluye un preámbulo ni referencias, sólo el contenido a tratar (figura 11), el cual se organiza textualmente en fragmentos y jerarquías evidentes.

Otro principio del mapeo que sí se cumple, es el relacionado a la inclusión de un título visible y claro para cada tema o sección que conforman el multimedio Empleo de aditivos, así como el principio que refiere la fragmentación del contenido en grupos de máximo nueve elementos (figura 11) o aquellos segmentos que pueden ser alusivos para definir un concepto o un proceso o un procedimiento; así como para especificar principios, hechos; al igual que incluir, organigramas, diagramas de árbol o tablas (Horn, R. 1989 en Ogalde y González, 2008).



Figura 11. Mapeo de información: título visible para cada tema, no más de nueve elementos y jerarquías evidentes. Contenido por tipos de productos y se mantiene el diseño.

No se cumple con el principio de que la información se presente de lo simple a lo complejo debido a la forma en que interacciona el usuario con la aplicación multimedia, que es mediante códigos de barras que tienen los objetos o tipos de productos simulados para que el usuario acceda al multimedia, quien puede desear revisar la información de un solo producto industrializado; eso sí, la división del contenido se plantea en términos de tipos de productos. Un último principio del mapeo de información que sí se contempla en la aplicación multimedia, es que el diseño de las pantallas se mantiene a lo largo del material (figura 11), lo cual permite entender más fácilmente la organización del mismo.

Por otra parte, el estándar propuesto en Ogalde y González (2008) como de estilo del contenido, específicamente aquel que especifica que los hipervínculos deben presentarse de modo que sean detectables fácilmente por el usuario, no es un elemento considerado como parte de la estructura de la aplicación observada debido a la propuesta de lectura de códigos de barras en productos industrializados simulados para obtener información de los mismos, de ahí que no se implementen hipervínculos.

Se pudo apreciar, respecto a los estándares de forma y presentación, que no se incluye el diseño de pantalla en forma de “z” (figura 12) o aquél que considera se lee de izquierda a derecha y de arriba abajo; asimismo, no se utilizan para diseñar las imágenes o los textos muchos colores (figura 12), lo cual facilita la codificación o significado de la información (Ogalde y González, 2008).

Para la forma o presentación, también se cotejó el uso de fuentes tipográficas y que se incluyen de diversos tipos, lo cual se plantea como no recomendable, o sea letras tipo *serif* (con patines) que se deben usar para materiales impresos y las de tipo *sans serif*, éstas sí recomendadas para materiales hechos con computadora; y como último estándar de forma o presentación, se observó no se da un abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas (figura 12).



Figura 12. Estándares de forma: pocos colores para el diseño y varios tipos de fuentes tipográficas.

Principios del mapeo de información en la aplicación Empleo de aditivos	
Estructura con los tres elementos: preámbulo, contenido y referencias	NO sólo se incluye contenido
Texto fragmentado y jerarquías evidentes	SÍ

Título visible y claro para cada tema	SÍ
Contenido segmentado en máximo nueve elementos	SÍ
Información presentada de lo simple a lo complejo	NO
El diseño se mantiene a lo largo del material	SÍ
Estándares de forma incorporados a esta aplicación multimedia	
Hipervínculos fácilmente identificables	La propuesta no requirió hipervínculos
Diseño de pantalla en forma de “z”	NO
Demasiados colores para diseñar imágenes y textos	NO
Diversos tipos de fuentes tipográficas	SÍ
Abuso de estilos de fuentes	NO

Tabla 9.

El factor de aprendizaje de la codificación, con base en los referentes teóricos señalados, los cuales la mayoría se cumplen, es un factor retomado para el diseño de las aplicaciones multimedia de Universum y, por tanto, se infiere es fundamento pedagógico como los que propone la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes.

6.1.4 Tabla periódica

Factor de aprendizaje de la atención

Al observar la aplicación multimedia “Tabla periódica”, se concluyó que algunos de los elementos de su estructura favorecen el factor de aprendizaje de la atención (o aquel proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos potenciales), considerando los eventos que debería incluir un planteamiento de enseñanza y

aprendizaje, según propone Robert Gagné (en Ogalde y González, 2008). Ahora bien, estos aspectos o referentes teóricos que se contemplaron para el instrumento de registro de información y para analizar tanto este factor como los otros factores que conforman dicho instrumento, no agotan las posibilidades al respecto, sólo se ha retomado del material revisado lo que se ha inferido tiene relación con los componentes del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Se cumple el evento correspondiente al de **Generación de la atención** dado la aplicación incluye un título que indica la relevancia del tema a tratar (figura 13). No obstante el evento correspondiente a la **Presentación del material de estímulo** está ausente, ya que no se plantean ejemplos, problemas o preguntas para introducir al usuario en el tema a tratar, lo cual de igual forma permitiría establecer una **relación con conocimientos previos del usuario**, éste último como otro evento del proceso de enseñanza y aprendizaje propuesto por Robert Gagné. No se contempla el **estándar de forma o presentación** en cuanto a evitar un manejo de pantallas saturadas de elementos (figura 13), esto es, no se incluyen suficientes espacios en blanco (en Ogalde y González, 2008).

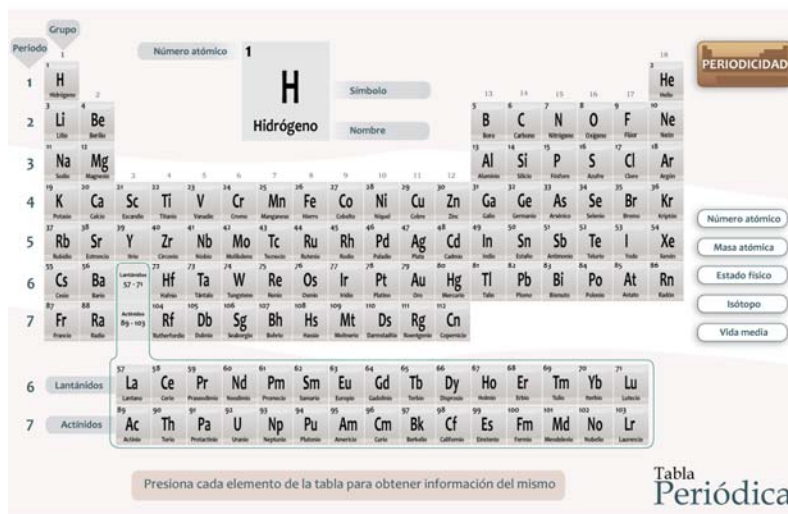


Figura 13. Eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje: título del tema a tratar y manejo de pantallas saturadas.

Por último, en cuanto a que la información se procesa por lo general a través de dos canales: visual-auditivo y que además tienen una capacidad limitada (Richard

Mayer, 2001 en Ogalde y González, 2008), se observó que la aplicación multimedia está estructurada por elementos como palabra escrita, imagen visual fija, texto con imagen visual fija y silencio (figura 13).

Relación de los eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje y su inserción en la aplicación multimedia Tabla periódica	
Generación de la atención	SÍ
Presentación del material de estímulo	NO
Relación con conocimientos previos del usuario	NO
Se evita un manejo de pantallas saturadas	NO
Procesamiento de los canales visual-auditivo	Prevalece lo visual

Tabla 10.

Así, aunque el factor de aprendizaje de la atención es prácticamente nulo, ya que es posible corroborarlo en esta aplicación multimedia tan solo por el aspecto relacionado con la generación de la atención, no obstante es viable contemplarlo como uno de los fundamentos pedagógicos propuestos por la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la percepción

Este factor, considerando implica el significado que se asigna a los estímulos ambientales captados por los sentidos, se analizó en función de los principios propuestos por Richard Mayer que en su teoría cognitiva del aprendizaje multimedia propone con la viabilidad de ser aplicados para definir materiales educativos (en Ogalde y González, 2008).

La estructura de la aplicación multimedia sí cumple con el principio **multimedia** al hacer uso de palabras e imágenes, y se incluyen imágenes explicativas; el principio de **contigüidad espacial**, igual se cumple en la medida de que las ilustraciones y su explicación se ubican en la misma pantalla, y las palabras e imágenes no están alejadas unas de otras en dicha pantalla (figura 14).

Respecto al principio de **contigüidad temporal**, no prevalece ya que las palabras e imágenes se presentan en forma sucesiva y no en forma simultánea (cuando un audio explica la ilustración), pero como ya se hizo referencia en el factor de la atención, esta aplicación multimedia considera únicamente el silencio. Otro de los principios de Mayer, que sí se cumple (figura 14), es el de la **coherencia** o aquel que plantea es necesario evitar aparezcan elementos sin una función dentro del material.

1 1.008
Gas H
Hidrógeno

Propiedades químicas / usos comunes
Es el átomo más pequeño que existe. Es un gas incoloro y sin olor que reacciona fácilmente con el aire y se quema, produciendo vapor de agua. Los enlaces que crea con el nitrógeno y el oxígeno, llamados puentes de hidrógeno, permiten algunas de las moléculas más importantes para la vida, como el agua, las proteínas, las enzimas y el ADN.

¿Dónde se encuentra en la naturaleza?
El 88% de los átomos en el universo son de hidrógeno. En la Tierra, el hidrógeno abunda en el agua y los seres vivos. Casi no se encuentra en estado gaseoso puro, sino en compuestos con otros elementos.

En el cuerpo humano
El hidrógeno es un componente de casi todas las moléculas que forman cada una de las células del cuerpo; además de que el agua (H₂O) representa el 65% del peso del cuerpo. En total, un cuerpo humano contiene alrededor de 7 kg de hidrógeno.

El sol está formado principalmente por hidrógeno, que representa el 75% de su masa.

REGRESAR

Número atómico Masa atómica Estado físico
Isótopo Vida media

Tabla Periódica

Figura 14. Principios del aprendizaje multimedia: el de multimedia, de contigüidad espacial y coherencia.

En cuanto a los principios de **modalidad** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con texto” en Ogalde y González, 2008, p. 21) y **redundancia** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con narración y texto en pantalla” en Ogalde y González, 2008, p. 21) son elementos no contemplados como parte de la estructura de la aplicación observada.

Principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y su incorporación a la aplicación multimedia Tabla periódica	
Uso de palabras e imágenes (multimedia)	SÍ e imágenes explicativas
Ilustración y explicación en la misma pantalla (contigüidad espacial)	SÍ
Palabras e imágenes en forma simultánea (contigüidad temporal)	NO
Elementos que no tienen una función (coherencia)	SÍ
Animación con narración (modalidad)	NO
Animación con narración y texto en pantalla (redundancia)	NO

Tabla 11.

La mayoría de los elementos que apelan al factor de aprendizaje de la percepción se observan en la estructura de la aplicación multimedia, como consecuencia, son parte de fundamentos pedagógicos como los que propone la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la codificación

El factor de aprendizaje de la codificación, tal como se hizo referencia, sucede siempre y cuando prevalezca la organización de la información en el material en función de esquemas, para así organizarla en unidades más grandes que se estructuran mediante trozos de información, con lo cual sea posible obtener sistemas significativos.

En el cuadro de observación se especificaron elementos relacionados con la propuesta de principios del mapeo de información de Robert E, Horn (1989) aplicados a la elaboración de materiales educativos basados en computadora: “El objetivo de estos principios es convertir cualquier documento en un verdadero

mapa que guíe al lector para encontrar rápidamente la información de interés, sin tener que revisar todo el material” (en Ogalde y González, 2008, p. 100).

Se contempla que en cuanto a la estructura, no prevalecen en la aplicación los tres elementos que se requieren, dado no se incluye un preámbulo ni referencias, sólo el contenido a tratar, que se organiza textualmente en fragmentos y jerarquías evidentes (figura 15).

Otro principio del mapeo es la inclusión de un título visible y claro para cada tema o sección que contempla el multimedia de la Tabla periódica, e igual se cumple con el principio que señala que el contenido debe estar fragmentado en grupos de nueve elementos como máximo (figura 15) o aquellos segmentos o fragmentos alusivos para definir un concepto o un proceso o un procedimiento; así como para especificar principios, hechos; al igual que incluir, organigramas, diagramas de árbol o tablas (Horn, R. 1989 en Ogalde y González, 2008).

20 40.08
Sólido Ca
Calcio

Propiedades químicas / usos comunes
El calcio es un metal suave del grupo de los alcalino-térreos. En forma de cal (carbonato de calcio), se aprovecha para tratamiento de agua, metalurgia, como materia prima en la industria química y para hacer cemento.

¿Dónde se encuentra en la naturaleza?
El calcio es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre. También abunda en los mares en forma de arrecifes de coral. Además, está presente en los esqueletos de todos los animales vertebrados y en las células de las plantas.

En el cuerpo humano
En el ser humano, el calcio llega a representar 1.2 kg de su masa. Está presente en los huesos, a los que da estructura y en los que están 1190 de los 1200 g. de calcio del cuerpo. El resto tiene funciones metabólicas importantes como regular el pH de la sangre, mantener las células adheridas entre sí, controlar la división celular y desencadenar la liberación de hormonas.

La mayoría de los animales invertebrados con concha o caparazón viven dentro de una capa protectora de carbonato de calcio.

REGRESAR

Número atómico Masa atómica Estado físico
Isótopo Vida media

Tabla Periódica

Figura 15. Mapeo de información: título visible para cada tema, no más de nueve elementos y jerarquías evidentes. Contenido por tipos de elementos y se mantiene el diseño.

De igual forma se presenta la información de lo simple a lo complejo y la división del contenido se plantea por tipos de elementos. Un último principio del mapeo de información considerado en la aplicación multimedia, es en cuanto al diseño de las

pantallas, el cual se mantiene a lo largo del material (figura 15), facilitando con ello al usuario, un mejor entendimiento de la organización del mismo.

Se cotejaron asimismo, algunos estándares propuestos en Ogalde y González (2008) como de estilo del contenido, en particular aquél que especifica que los hipervínculos deben presentarse de modo que sean fácilmente identificables por el usuario (figura 16), lo cual no se propone adecuadamente en el multimedia ya que si bien es cierto que la mayoría de los hipervínculos se representan con una “manita”, en la aplicación, dicha “manita” no se activa como tal, ni aquellos tipos de hipervínculos que aparecen en texto azul subrayado, en realidad se mantiene el puntero del cursor sin modificarse, es en ocasiones la instrucción lo que guía las acciones de interacción del usuario, pero no se da con todos los objetos incluidos en las pantallas y a los que si es necesario acceder para obtener más información sobre los contenidos que trata el multimedia revisado.

Otro aspecto observado, como parte de los estándares de forma y presentación, es que se incluye el diseño de pantalla en forma de “z”, el cual considera se lee de izquierda a derecha y de arriba abajo; y también, que no se utilizan demasiados colores para diseñar las imágenes o los textos (figura 16), favoreciendo a la codificación o significado de la información (Ogalde y González, 2008).

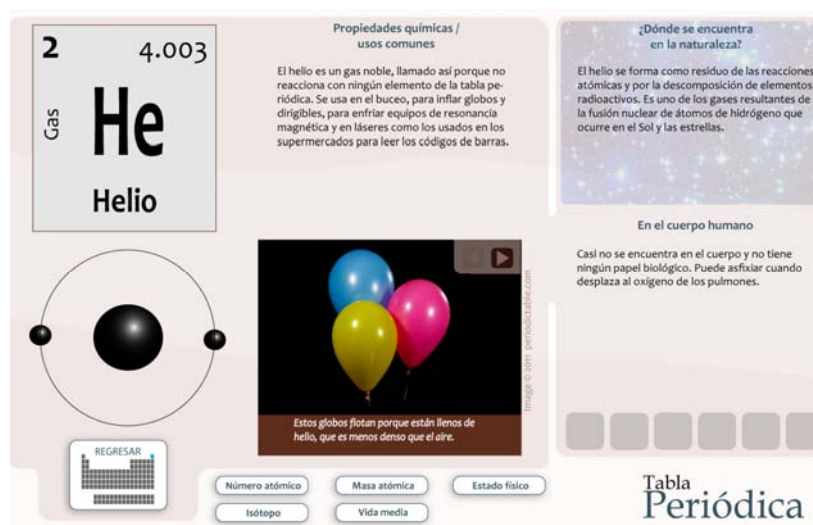


Figura 16. Estándares de forma: se utiliza pantalla en forma de “z”, pocos colores para el diseño y varios tipos de fuentes tipográficas.

Igual se corroboró respecto a la forma o presentación, que se utilizan varias fuentes tipográficas (figura 16), siendo que esto se plantea como no recomendable, o sea tanto letras tipo *serif* (con patines) para materiales impresos como las de tipo *sans serif*, las cuales sí se recomiendan para materiales electrónicos o hechos con computadora; un último estándar de forma o presentación que se observó, es que no se da un abuso de estilos de fuentes.

Principios del mapeo de información en la aplicación Tabla periódica	
Estructura con los tres elementos: preámbulo, contenido y referencias	NO sólo se incluye contenido
Texto fragmentado y jerarquías evidentes	SÍ
Título visible y claro para cada tema	SÍ
Contenido segmentado en máximo nueve elementos	SÍ
Información presentada de lo simple a lo complejo	SÍ
El diseño se mantiene a lo largo del material	SÍ
Estándares de forma incorporados a esta aplicación multimedia	
Hipervínculos fácilmente identificables	NO
Diseño de pantalla en forma de “z”	SÍ
Demasiados colores para diseñar imágenes y textos	NO
Diversos tipos de fuentes tipográficas	SÍ
Abuso de estilos de fuentes	NO

Tabla 12.

Así, con base en que se cumplen la mayoría de los referentes teóricos señalados, se considera a este factor de aprendizaje de la codificación como un factor que se retoma para estructurar el diseño de las aplicaciones multimedia de Universum, de ahí se deduce es uno de los fundamentos pedagógicos como los propuestos por la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

6.1.5 Pinturas para proteger

Factor de aprendizaje de la atención

El análisis realizado a la aplicación multimedia “Pinturas para proteger”, permitió concluir que algunos de los elementos de su estructura corresponden a este factor de aprendizaje que tiene que ver con el proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos potenciales, todo esto a la luz de lo que propone Robert Gagné (en Ogalde y González, 2008) sobre los eventos implicados en un planteamiento de enseñanza y aprendizaje. Es importante acotar que estos aspectos o referentes teóricos que se contemplaron para el instrumento de registro de información y, por ende, para analizar tanto este factor como los otros factores que conforman dicho instrumento, no agotan las posibilidades al respecto, sólo se ha retomado del material revisado lo que se ha inferido se relaciona con los componentes del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

El evento relacionado con la **Generación de la atención** se cumple porque esta aplicación incluye un título que denota la relevancia del tema a tratar (figura 17). Por su parte, está ausente el evento correspondiente a la **Presentación del material de estímulo** dado no se plantean ejemplos, problemas o preguntas para interesar al usuario en el tema a tratar, así como establecer una **relación con conocimientos previos del usuario**, que es otro evento del proceso de enseñanza y aprendizaje propuesto por Robert Gagné. Sí se incluye un aspecto de **los estándares de forma o presentación** en cuanto a que se evita un manejo de pantallas saturadas de elementos (figura 17), de ahí que se incluyen espacios en blanco (en Ogalde y González, 2008).

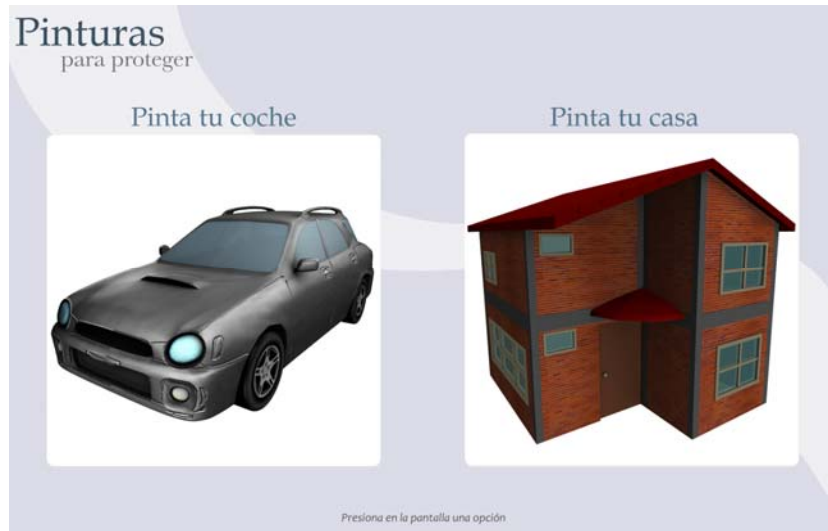


Figura 17. Eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje: título del tema a tratar y se evita un manejo de pantallas saturadas.

Atendiendo a lo que se señala en cuanto a que la información se procesa por lo general a través de dos canales: visual-auditivo y que además tienen una capacidad limitada (Richard Mayer, 2001 en Ogalde y González, 2008), se observó que la aplicación multimedia está estructurada por elementos como palabra escrita, imagen visual fija, texto con imagen visual fija y efectos sonoros al igual que silencio (figura 17).

Relación de los eventos que favorecen la enseñanza-aprendizaje y su inserción en la aplicación multimedia Pinturas para proteger	
Generación de la atención	SÍ
Presentación del material de estímulo	NO
Relación con conocimientos previos del usuario	NO
Se evita un manejo de pantallas saturadas	SÍ
Procesamiento de los canales visual-auditivo	Prevalece lo visual

Tabla 13.

Aunque el factor de aprendizaje de la atención está parcialmente contemplado, sí se corrobora que está incluido en la aplicación multimedia y, de ahí se infiere, es parte de los fundamentos pedagógicos como los propuestos por la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la percepción

La percepción como factor de aprendizaje relacionado con el significado que se asigna a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos, fue revisado en función de algunos de los principios que Richard Mayer propone en su teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y que pueden ser aplicados al diseñar materiales educativos (en Ogalde y González, 2008).

Así, se corrobora se cumple con el principio de **multimedia** para elaborar la estructura de la aplicación observada, al hacer uso de palabras e imágenes, y también se utilizan imágenes explicativas (figura 18); por su parte, el principio de **contigüidad espacial**, se incluye en la medida de que las ilustraciones y su explicación se encuentran en la misma pantalla, y las palabras y sus imágenes correspondientes no se encuentran alejadas en dicha pantalla (figura 18).



Figura 18. Principios del aprendizaje multimedia: el de multimedia, de contigüidad espacial y coherencia.

En cambio, el principio de **contigüidad temporal**, no prevalece ya que las palabras e imágenes se implementan en forma sucesiva y no simultáneamente, que es cuando un audio explica la ilustración, pero como ya se hizo mención, esta aplicación multimedia sólo maneja efectos sonoros. La **coherencia** u otro de los principios de Mayer, aquél relacionado con evitar aparezcan elementos que no tengan una función dentro del material, sí se cumple en la aplicación (figura 18).

Respecto a los principios de **modalidad** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con texto” en Ogalde y González, 2008, p. 21) y **redundancia** (“Los estudiantes aprenden mejor de la animación con narración que de la animación con narración y texto en pantalla” en Ogalde y González, 2008, p. 21) son elementos no contemplados como parte de la estructura de la aplicación observada.

Principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y su incorporación a la aplicación multimedia Pinturas para proteger	
Uso de palabras e imágenes (multimedia)	SÍ e imágenes explicativas
Ilustración y explicación en la misma pantalla (contigüidad espacial)	SÍ
Palabras e imágenes en forma simultánea (contigüidad temporal)	NO
Elementos que no tienen una función (coherencia)	SÍ
Animación con narración (modalidad)	NO
Animación con narración y texto en pantalla (redundancia)	NO

Tabla 14.

Por tanto, la mayoría de los elementos que apelan al factor de aprendizaje de la percepción se corroboraron como parte de la estructura de la aplicación, de esta manera, este factor se deduce es de los fundamentos pedagógicos que propone la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

Factor de aprendizaje de la codificación

Este factor de aprendizaje se origina siempre y cuando prevalezca la organización en el material en función de esquemas que faciliten organizar la información a partir de unidades más grandes conformadas por trozos de información, todo ello, para obtener sistemas significativos.

Los elementos acotados en el cuadro de observación se relacionan con la propuesta de los principios del mapeo de información de Robert E. Horn (1989) que son aplicables para realizar materiales educativos basados en computadora: “El objetivo de estos principios es convertir cualquier documento en un verdadero mapa que guíe al lector para encontrar rápidamente la información de interés, sin tener que revisar todo el material” (en Ogalde y González, 2008, p. 100).

En cuanto a la estructura de la aplicación, no se consideran los tres elementos que se plantean, en tanto la aplicación no incluye un preámbulo ni referencias, únicamente el contenido a tratar, el cual se organiza textualmente en fragmentos y jerarquías evidentes (figura 19).



Figura 19. Mapeo de información: título visible para cada tema, no más de nueve elementos y jerarquías evidentes. Contenido por tipos de pinturas y se mantiene el diseño.

Se incluye como otro principio, un título visible y claro para cada tema o sección que conforman el multimedia Pinturas para proteger, el cual sí se cumple, al igual

que el principio respecto a que el contenido debe estar fragmentado máximo por grupos de nueve elementos (figura 19) o aquellos segmentos que pueden ser alusivos para definir un concepto o un proceso o un procedimiento; y para especificar principios, hechos; al igual que incluir, organigramas, diagramas de árbol o tablas (Horn, R. 1989 en Ogalde y González, 2008).

También se cumple con el principio de que la información se presenta de lo simple a lo complejo y que la división del contenido es planteada por tipos de pinturas. Asimismo, se contempla en la aplicación multimedia como otro principio del mapeo, el que el diseño de las pantallas es constante a lo largo del material (figura 19), lo cual le facilita al usuario entender la organización del mismo.



Figura 20. Estándares de forma: se utiliza pantalla en forma de “z”, pocos colores para el diseño y varios tipos de fuentes tipográficas.

De igual forma, se cotejaron algunos estándares propuestos en Ogalde y González (2008) como de estilo del contenido, donde los hipervínculos deben presentarse de modo que sean fácilmente identificables por el usuario, y que no es una propuesta lograda en el multimedia debido a que como se sabe, actualmente, la mayoría de los hipervínculos se representan con una “manita”, pero en la aplicación, la “manita” no se activa, ni se observan hipervínculos que aparezcan en texto azul subrayado, o sea se mantiene el puntero del cursor sin modificarse, lo cual no permite al usuario identificarlos fácilmente.

En cuanto a los estándares de forma y presentación, se pudo apreciar se implementó el diseño de pantalla en forma de “z” que considera se lee de izquierda a derecha y de arriba abajo; y que de igual forma no se usaron demasiados colores para diseñar las imágenes o los textos (figura 20), haciendo más fácil la codificación o significado de la información (Ogalde y González, 2008).

También se cotejó se incluyen diversos tipos de fuentes tipográficas, lo cual se plantea como no recomendable, tanto letras tipo *serif* (con patines) para materiales impresos, como las de tipo *sans serif*, éstas sí recomendadas para materiales electrónicos o hechos con computadora (figura 20); y como último estándar de forma o presentación, se observó no se da un abuso de estilos de fuentes como las negritas o cursivas.

Principios del mapeo de información en la aplicación Pinturas para proteger	
Estructura con los tres elementos: preámbulo, contenido y referencias	NO sólo se incluye contenido
Texto fragmentado y jerarquías evidentes	SÍ
Título visible y claro para cada tema	SÍ
Contenido segmentado en máximo nueve elementos	SÍ
Información presentada de lo simple a lo complejo	SÍ
El diseño se mantiene a lo largo del material	SÍ
Estándares de forma incorporados a esta aplicación multimedia	
Hipervínculos fácilmente identificables	NO
Diseño de pantalla en forma de “z”	SÍ

Demasiados colores para diseñar imágenes y textos	NO
Diversos tipos de fuentes tipográficas	SÍ
Abuso de estilos de fuentes	NO

Tabla 15.

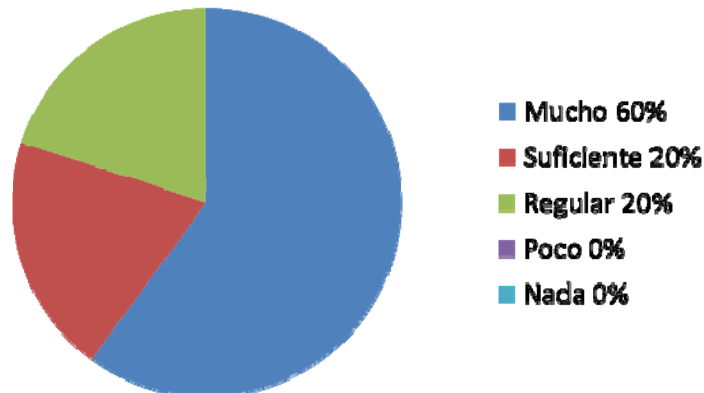
De esta manera, este factor de aprendizaje de la codificación, con base en los referentes teóricos implementados para el análisis, los cuales la mayoría se cumplen, se considera como factor retomado para el diseño de las aplicaciones multimedia de Universum, y se infiere, por tanto, corresponde a los fundamentos pedagógicos que propone la teoría cognitiva de aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual.

6.2 Evaluación de eficacia de las aplicaciones multimedia

6.2.1 El lenguaje de la química

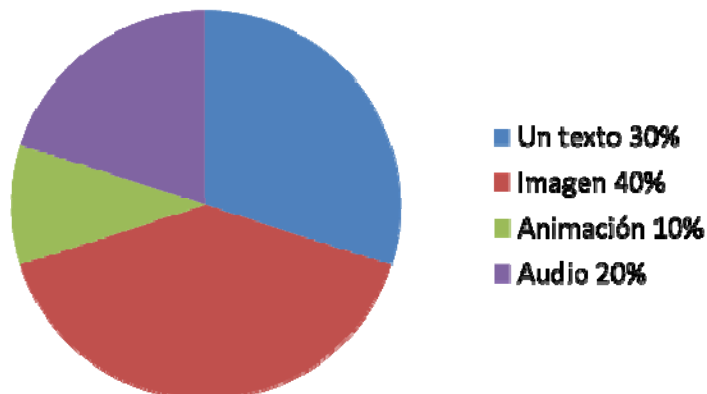
El factor de la atención (proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos, Schunk, D. 2012), como componente que favorece el aprendizaje según el modelo clásico del procesamiento de la información, es un elemento que se propone al visitante a través del multimedia en cuestión, aunque no está del todo cubierto como se puede observar en la gráfica de la pregunta 1, en tanto no alcanza el 100% de los usuarios que contestaron el cuestionario aplicado con motivo del presente estudio.

Pregunta 1 ¿Consideras que el multimedio llamó tu atención?

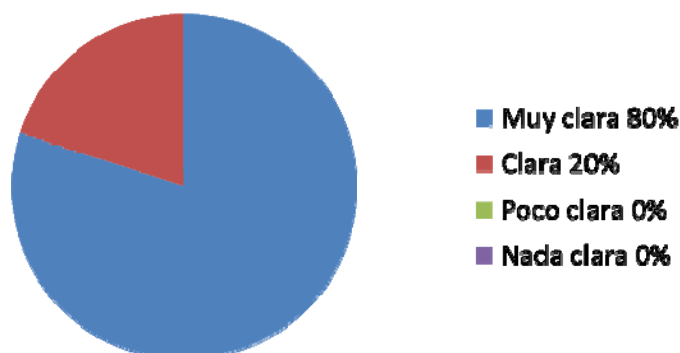


Por su parte, en la pregunta 2 que igual se relaciona con el factor de la atención, es posible confirmar aquella idea de que en la actualidad se habla del *homo videns*, en tanto hay una atracción hacia la parte visual que ofrecen las pantallas, en este caso de los materiales educativos. Esto se robustece al observar que las imágenes como el elemento que llamó más la atención, también facilitó una idea más clara sobre el tema del multimedia favoreciendo, con ello, el significado del mismo (pregunta 3).

Pregunta 2 ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?

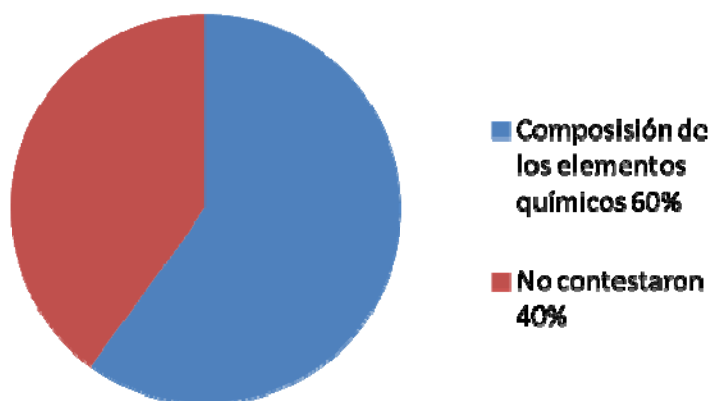


Pregunta 3 ¿Ese elemento que llamó tu atención te dio una Idea clara sobre el tema del multimedia?



Las respuestas obtenidas de la pregunta 4 permiten corroborar en parte, una percepción (reconocimiento de patrones) por parte de los usuarios, en tanto explicitaron el significado que asignaron al estímulo recibido o al que pusieron mayor atención, así el 60% contestaron que el tema del multimedia era sobre composición o configuración de los elementos químicos, mientras que cuatro personas no contestaron.

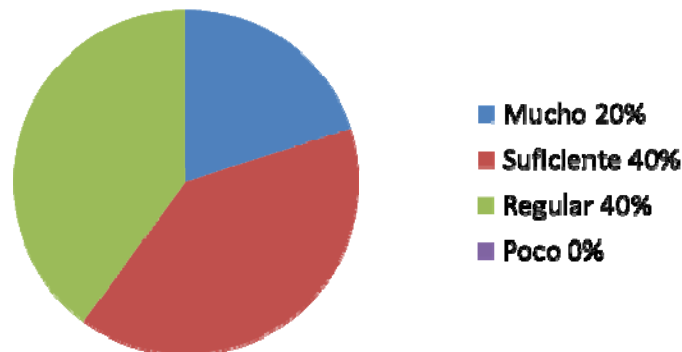
Pregunta 4. ¿Cuál es el tema del multimedia?



Siguiendo la idea del Modelo de memoria de dos almacenes o dual donde la percepción implica dar significado a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos, se puede observar en la gráfica de la pregunta 5, que este factor que puede favorecer el aprendizaje a partir de elementos introductorios

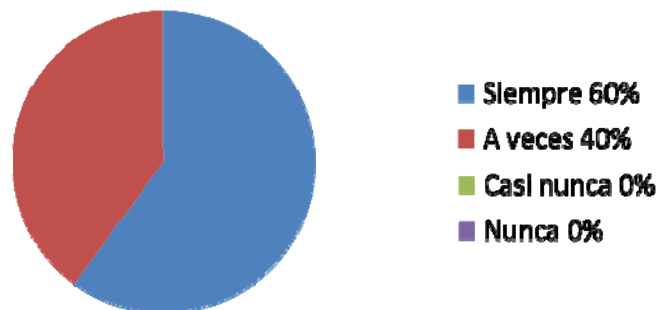
(párrafos o secciones que dan una idea de lo que va a tratar la aplicación multimedia), está cubierto mínimamente en cuanto a la opción más favorable de la gradación o *continuum* (asentimiento-rechazo, favorable-desfavorable) que se propone en dicho cuestionamiento.

Pregunta 5 ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?



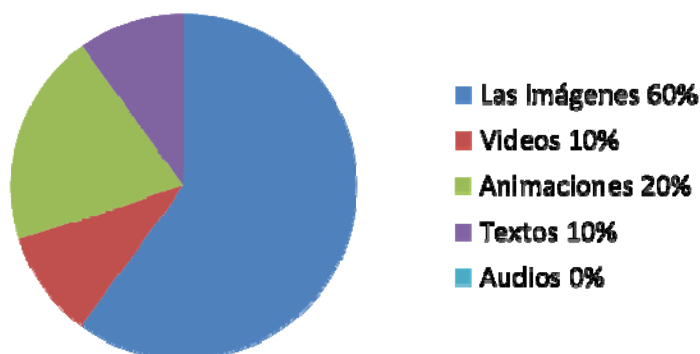
Mientras que para seguir construyendo ese significado mediante el factor de aprendizaje de la percepción, se menciona en el modelo clásico del procesamiento de información que es importante que ese estímulo recibido debe permanecer en los registros sensoriales por unos momentos en la Memoria de Trabajo (MT) para reflexionar y poder comparar con los conocimientos que prevalecen en la Memoria a Largo Plazo (MLP), de ahí la pertinencia de la pregunta 6.

Pregunta 6 ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?



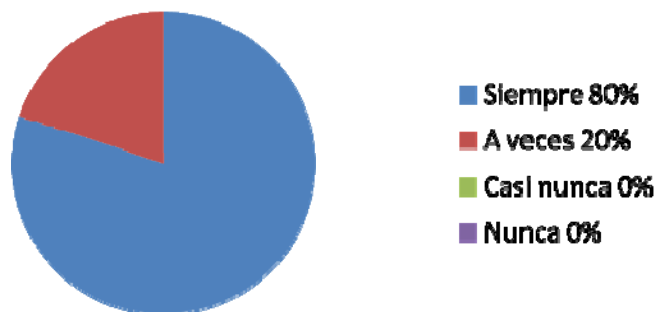
Nuevamente con las respuestas a la pregunta 7, prevalece ese aspecto visual de los materiales, ya que el **60%** de los usuarios prefieren las **imágenes** y en este caso, no sólo llamaron su atención sino que les proporcionaron mayor referencia del tema que trata el multimedia.

Pregunta 7 ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?



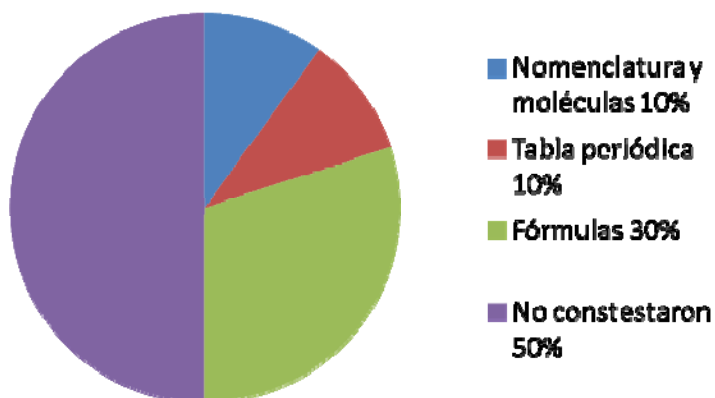
Por último, en términos de acotar el significado mediante el factor de la percepción, fue importante la pregunta 8 para hacer conexión entre la nueva información y su correlación con lo aprendido previamente y que forma parte de la Memoria de Largo Plazo, lo cual prevalece en función de los elementos que llamaron más la atención del usuario y le dieron a su vez referencia del tema a tratar, obteniéndose un alto porcentaje de los cuestionarios aplicados.

Pregunta 8. El o los elementos que captaron más tu atención ¿te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?



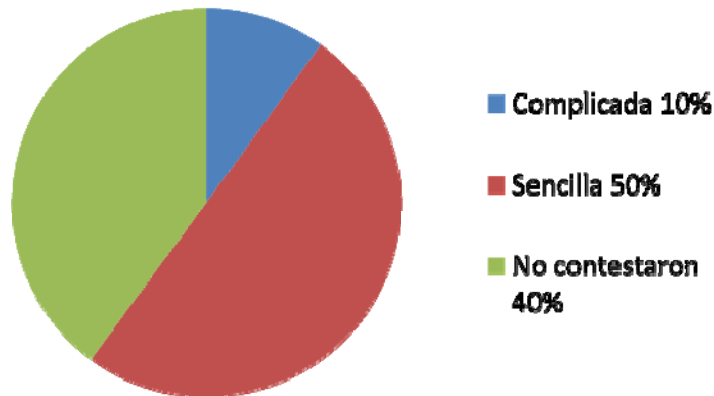
Específicamente con la pregunta 9 se pretendió que el usuario definiera con qué aspectos o conocimientos aprendidos relacionaba el tema de la aplicación multimedia, ante lo cual tres personas (**30%**) mencionaron que con fórmulas, una (**10%**) con nomenclatura y moléculas y una más (**10%**) con la tabla periódica. El que cinco personas no contestaran, afecta en gran medida los resultados de esta pregunta.

Pregunta 9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema?



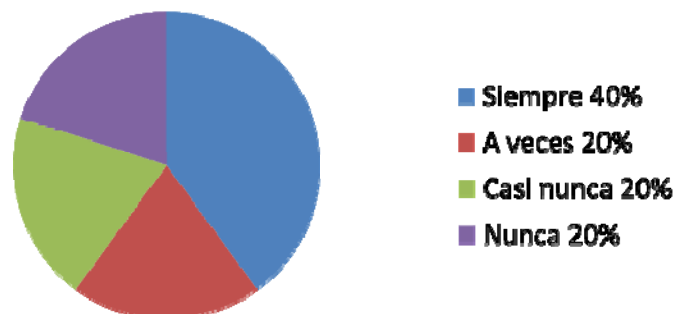
En cuanto al factor de aprendizaje de la codificación del modelo clásico del procesamiento de la información, que permite en sí darle significado a la nueva información e integrarla a la MLP, pero en función de la organización de la misma, de relacionarla con conocimientos anteriores y de los esquemas o aquellas unidades de información más grandes organizadas en un todo coherente a partir de trozos de información (Schunk, D. 2012), es por lo que se planteó, por un lado, la pregunta 10 que especifica cómo es que en el multimedio se define la organización de los elementos, y por las respuestas obtenidas el **50%** de los usuarios consideró que **sencilla**.

Pregunta 10 ¿La organización de los elementos en la pantalla me pareció?

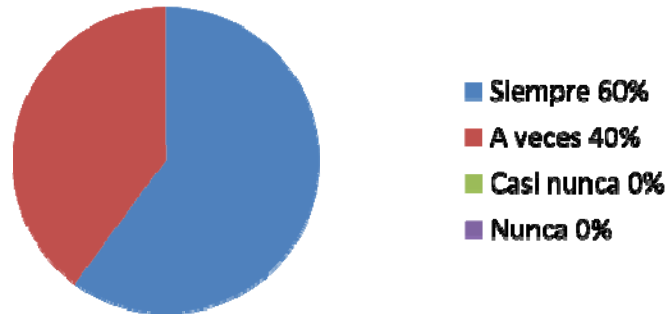


Sin embargo, este componente de la codificación y la importancia de la organización de la información no se ve favorecido por los usuarios en la pregunta 11, dado según las respuestas de los usuarios, se presentan pantallas con muchos elementos al mismo tiempo, impidiendo con ello una comprensión de la información; mientras que por otra parte, este factor de aprendizaje de la codificación, se plantea adecuadamente o mediante trozos de información que ayudó paso a paso a entenderla (pregunta 12), diseño que da soporte a la estructura del multimedia.

Pregunta 11 ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?

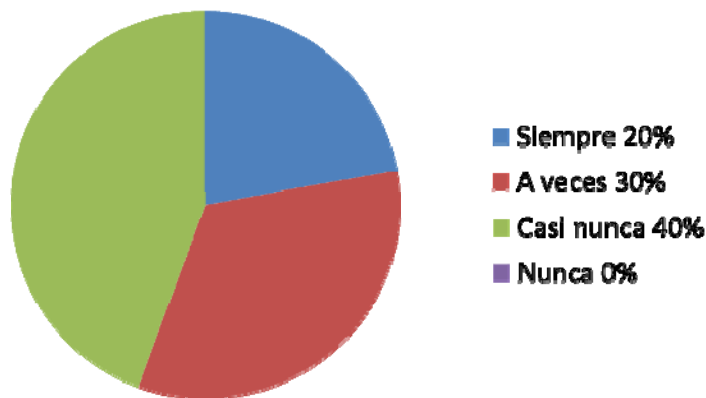


Pregunta 12 ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de Información que te permitieron paso a paso entenderlo?



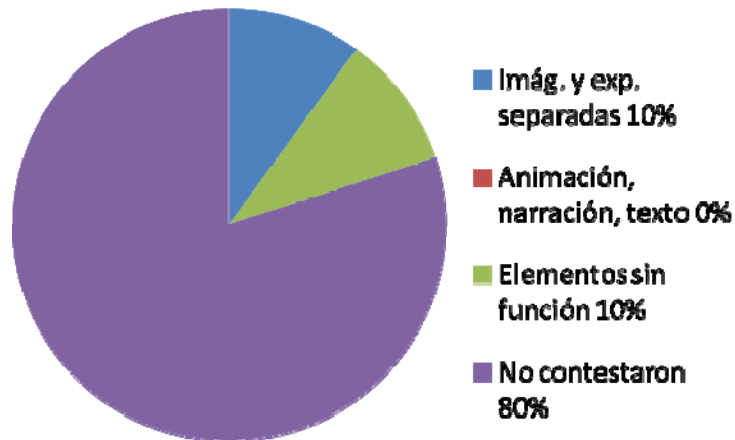
También la inclusión o disposición de los elementos de la estructura en el multimedia, es un aspecto medianamente logrado, ya que la mitad de los visitantes encuestados se encontraron con elementos que les causaran confusión (pregunta 13), distracción, lo cual posiblemente afectó su aprendizaje.

Pregunta 13 ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?



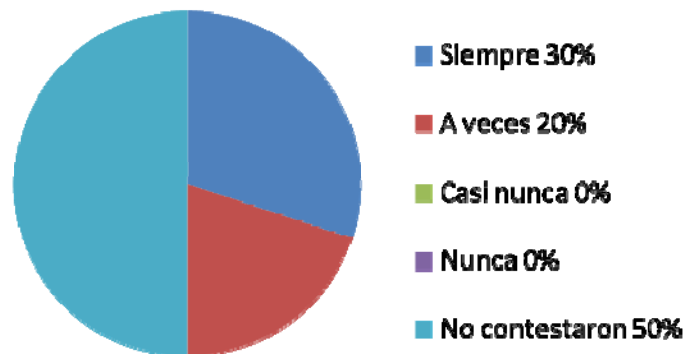
Respecto a la disposición de los elementos, los usuarios que consideraron había algunos que les causaran confusión en el multimedia, al responder la pregunta 14 indicaron dichos elementos, un porcentaje del 10% donde las imágenes y su explicación se encontraban separadas, y otro 10% sobre los elementos que consideraban no cumplen ninguna función en pantalla; el que ocho personas no contestaran incide definitivamente en los resultados de esta pregunta.

Pregunta 14. La confusión la produjeron...



La pregunta 15 y considerando los factores de aprendizaje de la atención, percepción y codificación del Modelo de memoria de dos almacenes o dual, se plantea para saber si dichos factores permitieron cumplir el objetivo de la aplicación multimedia Lenguaje de la química, que como se observa en la gráfica, no es un elemento logrado del todo considerando las respuestas de los encuestados.

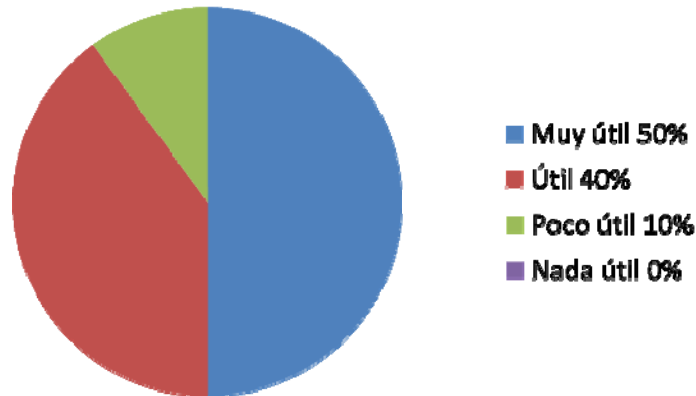
Pregunta 15. ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación con el tema facilitaron tu comprensión?



El factor de almacenamiento según el modelo clásico del procesamiento de la información se concreta en la medida de que se dé un significado a la información, la cual debe estar bien organizada así como prevalecer una asociación de la nueva información con algo que ya se conoce, pero de igual forma se da un

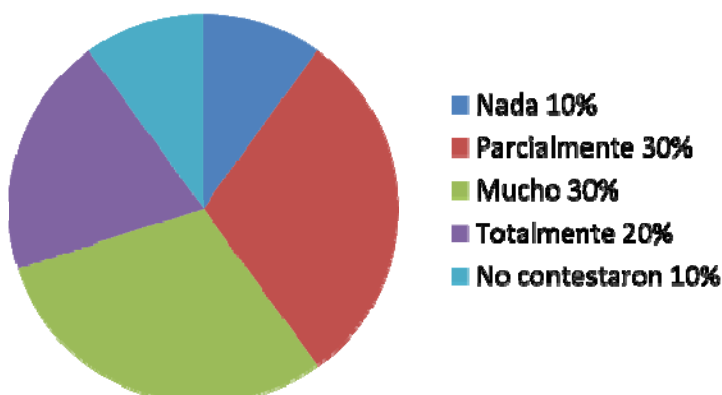
significado y la asociación señalada en función de un uso que se le pueda dar a la nueva información, de ahí la pertinencia de la pregunta 16.

Pregunta 16 ¿Te pareció importante o útil la Información tratada en el multimedia?

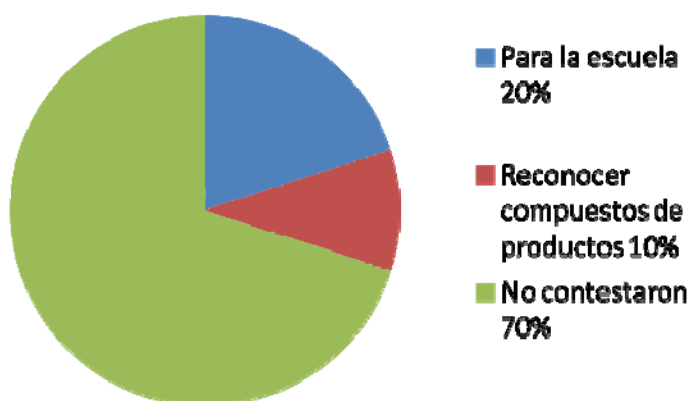


En cuanto al factor de aprendizaje de la recuperación donde debe haber prevalecido información bien asociada en la Memoria de Largo Plazo (MLP) así como una utilidad de la misma, para que según este modelo clásico del procesamiento de la información, sea más fácil de recordar y con ello recuperar (Schunk, D. 2012); es por lo que se consideraron las últimas dos preguntas del cuestionario (17 y 18), Como se observa, los porcentajes son bajos en relación a los encuestados que mencionaron sí utilizarían la información; ya específicamente, un **20%** de los usuarios la utilizarían para la escuela y **10%** para reconocer el compuesto de algún producto. El que siete personas no contestaran en la pregunta 18, afecta en gran medida los resultados de la misma.

Pregunta 17 ¿Esta información la utilizarás en tu vida diaria?



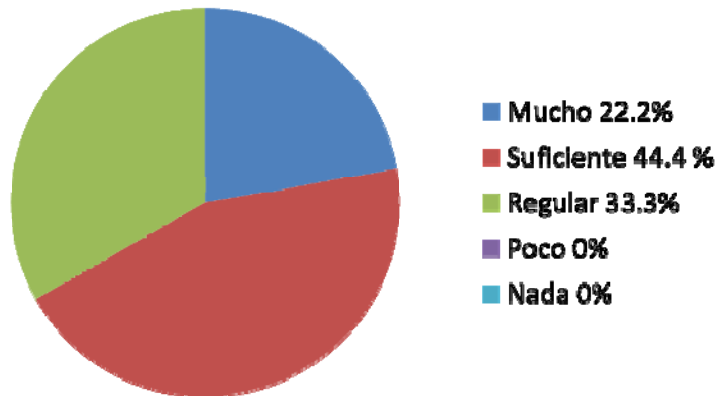
Pregunta 18. Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías.



6.2.2 Productos de higiene

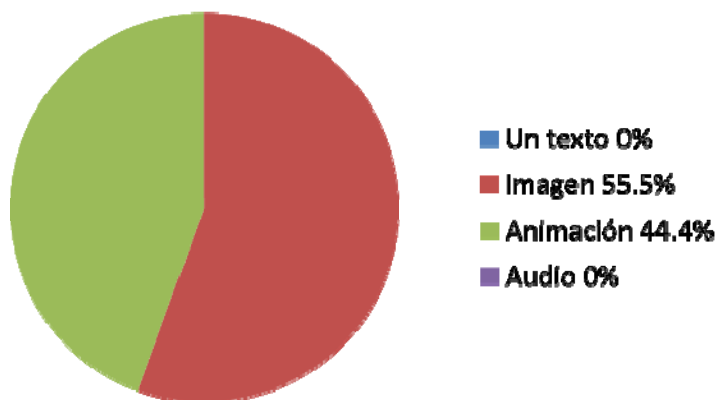
Como componente que favorece el aprendizaje, según el modelo clásico del procesamiento de la información, el factor de la atención o ese proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos potenciales (Schunk, D. 2012), y que ofrece el multimedia en cuestión, está mínimamente cubierto, ya que como se observa en la gráfica, no alcanza al 100% de los usuarios que contestaron el cuestionario aplicado con motivo del presente estudio.

Pregunta 1 ¿Consideras que el multimedia llamó tu atención?

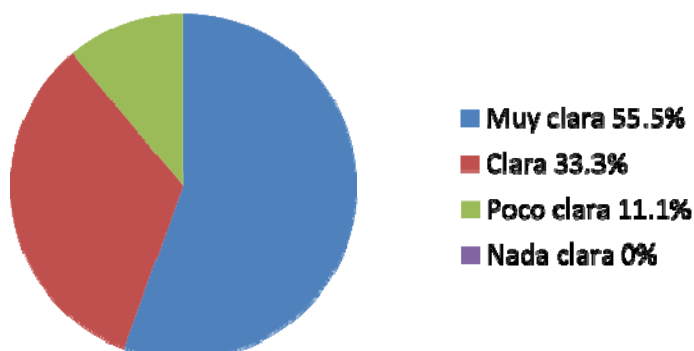


Por su parte, en la pregunta 2 relacionada con el factor de la atención, se puede corroborar que hay una atracción hacia la parte visual de las pantallas, y con ello, dar pie a lo que hoy día se conoce como la persistencia del *homo videns*; además esto se robustece al observar que las imágenes como elementos que más llamaron la atención, igual facilitaron una idea más clara sobre el tema de este material educativo, favoreciendo el significado del mismo (pregunta 3).

Pregunta 2 ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?

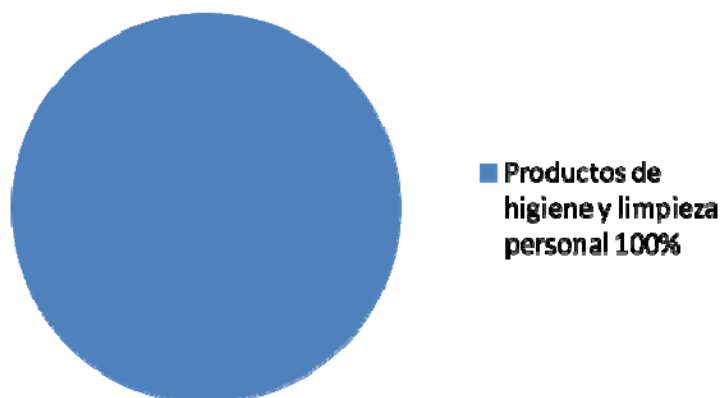


Pregunta 3 ¿Ese elemento que llamó tu atención te dio una Idea clara sobre el tema del multimedia?



Las respuestas a la pregunta 4 permiten corroborar que se dio una percepción (reconocimiento de patrones) por parte de los usuarios, en tanto el total de entrevistados especificaron que el significado del estímulo recibido o al que pusieron mayor atención, les permitió relacionar el tema del multimedia con productos de limpieza, higiene o limpieza personal.

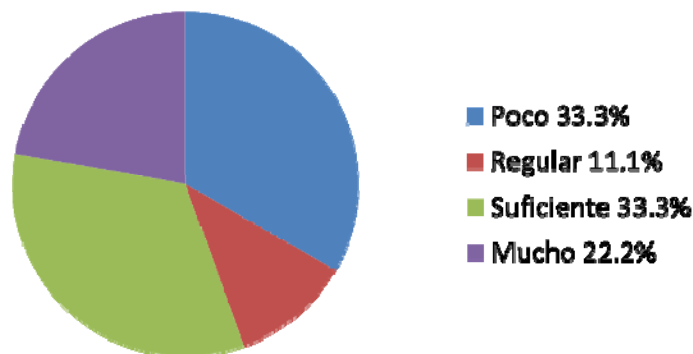
Pregunta 4. ¿Cuál es el tema del multimedia?



Asimismo, con base en el Modelo de memoria de dos almacenes o dual para el que la percepción implica dar significado a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos, es posible vislumbrar como se muestra en la gráfica de la pregunta 5, que los elementos introductorios (párrafos o secciones que dan una idea de lo que va a tratar la aplicación multimedia) no fortalecieron

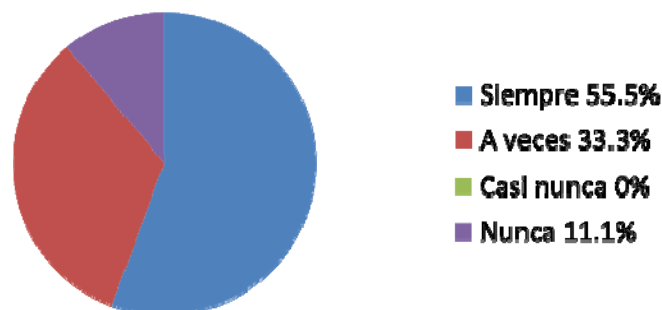
dicha percepción, dado el bajo porcentaje obtenido de la opción más favorable, incluso se puede observar en un porcentaje mayor, la opción menos favorable de la gradación o *continuum* (asentimiento-rechazo, favorable-desfavorable) que se propone en dicho cuestionamiento.

Pregunta 5 ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?



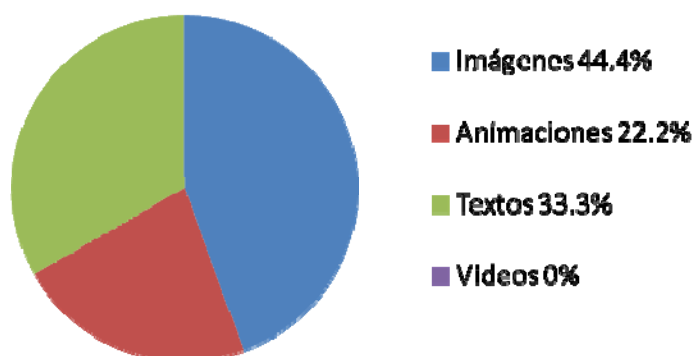
Ahora bien, para que se dé la construcción del significado en función del componente de la percepción, es importante que el estímulo recibido permanezca en los registros sensoriales por unos momentos en la Memoria de Trabajo (motivo por el cual se planteó la pregunta 6), en tanto es necesario reflexionar y poder comparar con los conocimientos de la Memoria a Largo Plazo (Schunk, D. 2012).

Pregunta 6 ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?



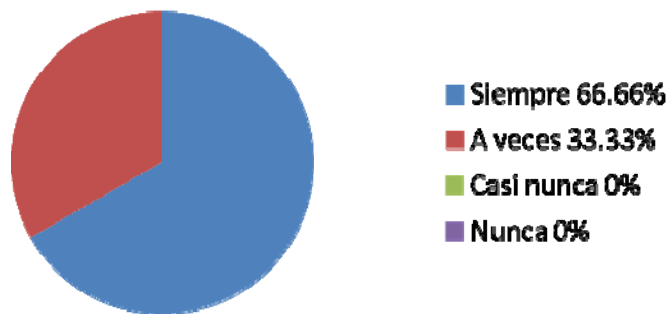
Por otra parte, prevalece esa preferencia por el aspecto visual de los materiales, dadas las respuestas a la pregunta 7, ya que el **66.6%** de los usuarios prefieren lo visual (entre **imágenes** y **animaciones**), en este caso, no sólo llamaron su atención sino que les proporcionaron mayor referencia del tema del multimedia.

Pregunta 7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?



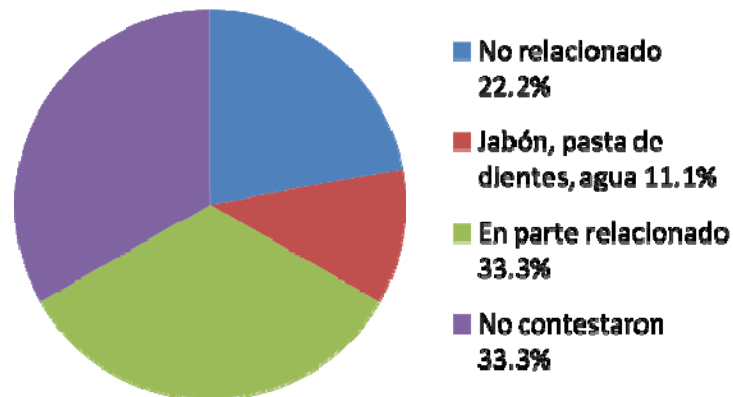
Dada la importancia de fortalecer el significado con base en el componente de la percepción, se hace indispensable establecer la conexión entre la nueva información y los conocimientos previos que prevalecen en la Memoria de Largo Plazo, todo ello a partir de los elementos que al usuario llamaron más la atención y además le dieron referencia del tema del multimedia, que como se observa en las respuestas a la pregunta 8, corresponde al porcentaje más alto.

Pregunta 8. El o los elementos que captaron más tu atención ¿te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?



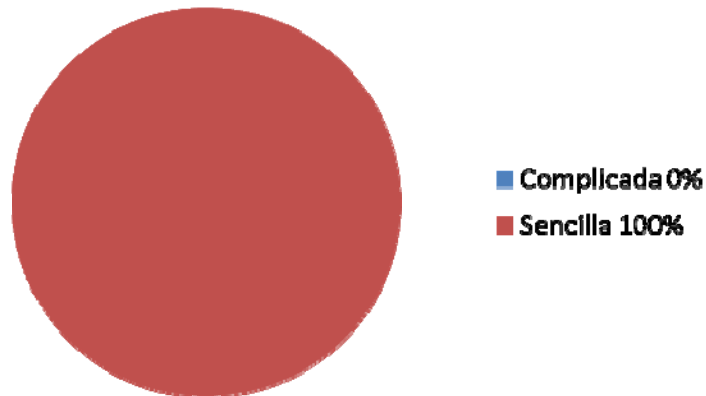
Con la pregunta 9 se pretendió que el usuario especificara con qué conocimientos aprendidos relacionaba el tema de la aplicación multimedia, y sólo una persona o el **11.1%** mencionó que con el **jabón**, la **pasta de dientes** y el **agua**, mientras que otros usuarios lo relacionaron con temas de otros multimedia o parcialmente relacionado o simplemente no contestaron.

Pregunta 9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema?



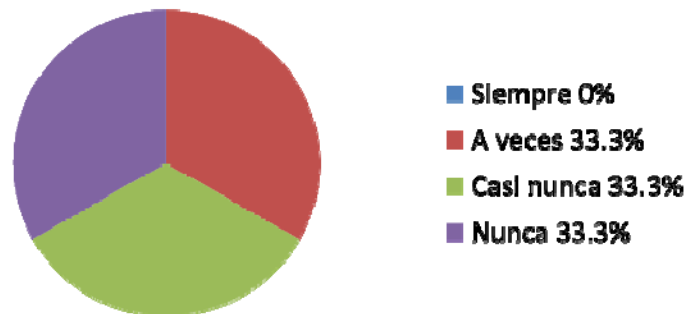
Por su parte, el factor de aprendizaje de la codificación del modelo clásico del procesamiento de la información, que facilita el significado e integración de la nueva información a la MLP en función de la organización de la misma y de los esquemas o aquellas unidades de información más grandes organizadas en un todo coherente a partir de trozos de información (Schunk, D. 2012), se consideró contemplarlo en la pregunta 10 especificando la forma en que en el multimedia se define la organización de los elementos, y dado el total de las respuestas, el **100%** de los usuarios la consideró **sencilla**.

Pregunta 10. La organización de los elementos en la pantalla, me pareció...

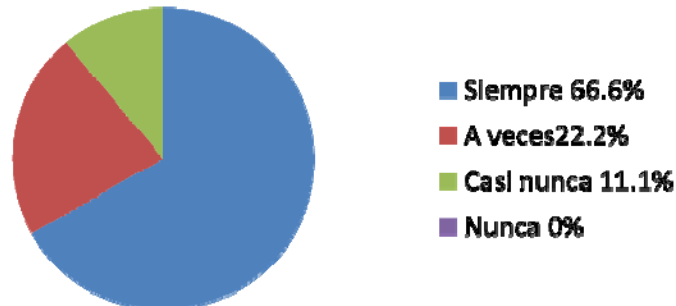


No obstante, este componente de la codificación y la importancia de la organización de la información no lo reconocen del todo favorable los usuarios en la pregunta 11, en tanto solo una tercera parte considera no se presentan pantallas con mucha información; mientras que en la pregunta 12, este factor de aprendizaje, se plantea más adecuadamente o mediante trozos de información, ayudando paso a paso a entenderla, diseño que beneficia la estructura del multimedia.

Pregunta 11 ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la Información?

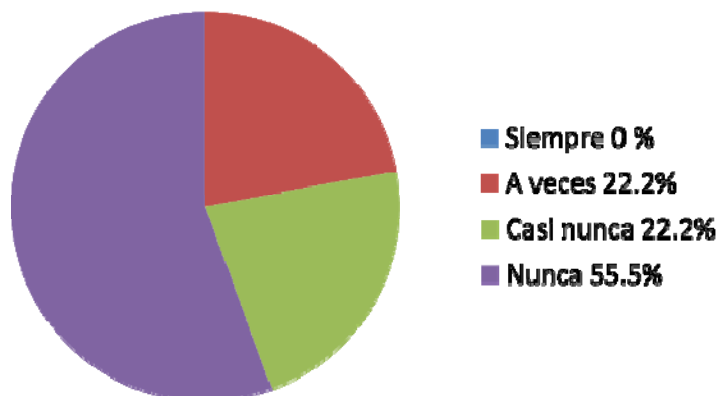


Pregunta 12 ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?



Respecto a la disposición de los elementos de la estructura del multimedia, es un aspecto planteado satisfactoriamente, ya que por la experiencia de uso de los visitantes encuestados, un porcentaje considerable no se encontraron con elementos que les causaron confusión, como se muestra en la gráfica de la pregunta 13.

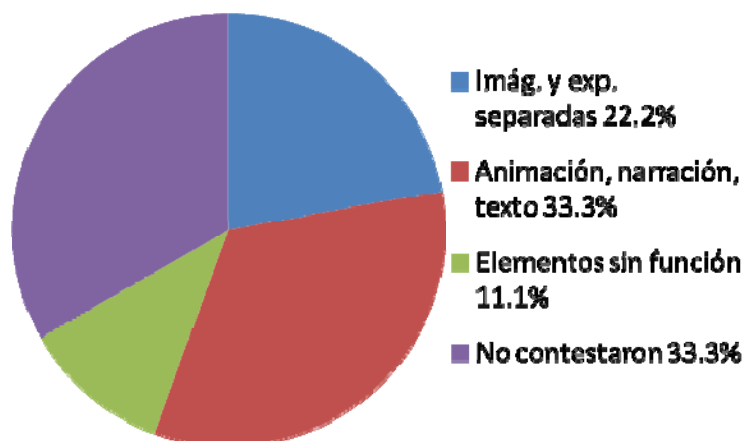
Pregunta 13 ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?



En cuanto a la inclusión de elementos que definen la estructura, los usuarios que consideraron había elementos que les causaran confusión en el multimedia, al responder la pregunta 14 los indicaron, siendo el de mayor porcentaje (33.3%), el planteamiento de animaciones con narraciones y además texto en pantalla, lo cual no son elementos que conformen la aplicación en cuestión (posiblemente se trate

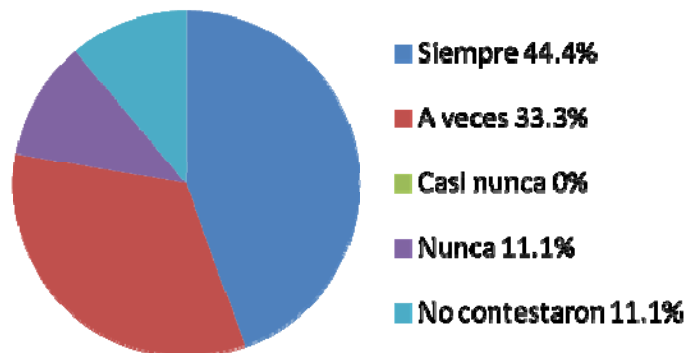
de una distracción del usuario o prisa por contestar), mientras que en menor porcentaje (22.2%) donde las imágenes y su explicación se encontraban separadas, y en 11.1% sobre los elementos que consideraban no cumplen ninguna función en pantalla

Pregunta 14. La confusión la produjeron...



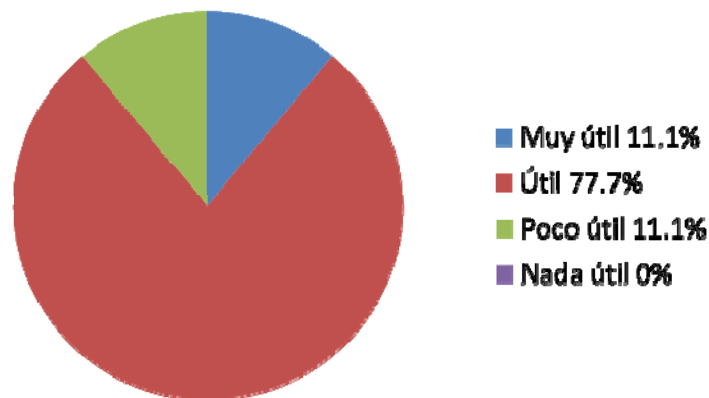
A partir de los factores de aprendizaje de la atención, percepción y codificación del Modelo de memoria de dos almacenes o dual, se plantea la pregunta 15 para saber si dichos factores permitieron cumplir la meta de la aplicación multimedia Productos de higiene, que como se observa en la gráfica, es un elemento logrado medianamente considerando las respuestas de los encuestados.

Pregunta 15. ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación con el tema facilitaron tu comprensión?



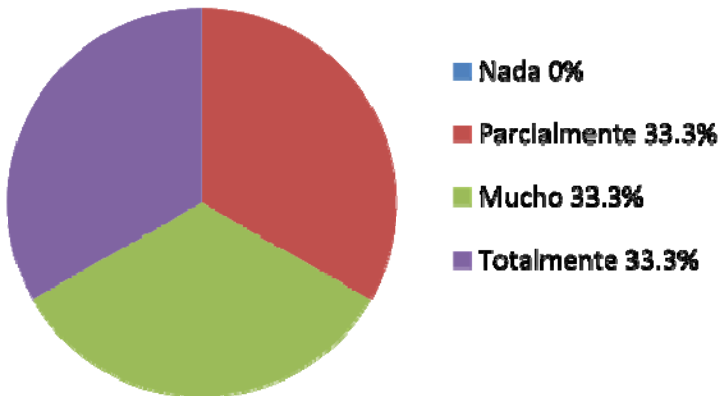
El factor de almacenamiento según el modelo clásico del procesamiento de la información prevalece en la medida de que se dé un significado a la información, siempre y cuando se encuentre bien organizada y se dé una asociación de la nueva información con algo conocido; pero de igual forma se da un significado y la asociación, en función de un uso (pregunta 16) que se le pueda dar a esa nueva información.

Pregunta 16 ¿Te pareció importante o útil la Información tratada en el multimedio?

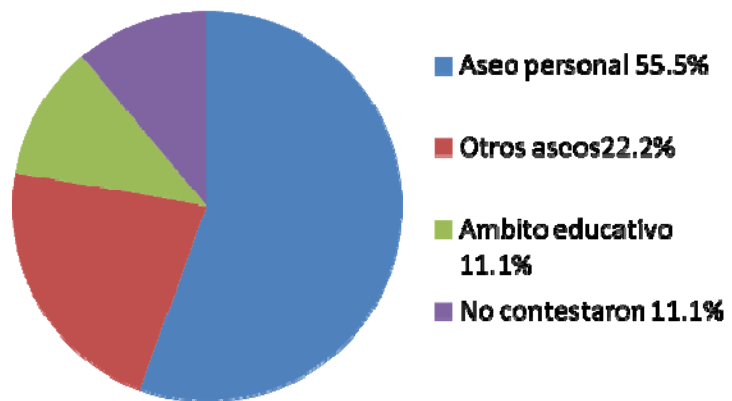


Considerando la recuperación como el último componente de aprendizaje por revisar, factor que requiere haya prevalecido información bien asociada en la Memoria de Largo Plazo (MLP) así como un uso de la misma, para que sea más fácil de recordar y con ello recuperar (Schunk,D. 2012); es por lo que se consideraron las últimas dos preguntas del cuestionario, obteniendo porcentajes promedio de la perspectiva de utilidad de la información para los usuarios encuestados (pregunta 17), ya específicamente un **77%** por parte de usuarios que respondieron en la pregunta 18, que utilizarían la información que les proporcionó la aplicación multimedia en su vida diaria y para su aseo personal, o sea, se observa una alta utilidad de la nueva información adquirida por los usuarios a quienes se les aplicó el cuestionario de Productos de higiene.

Pregunta 17 ¿Esta Información la utilizarás en tu vida diaria?



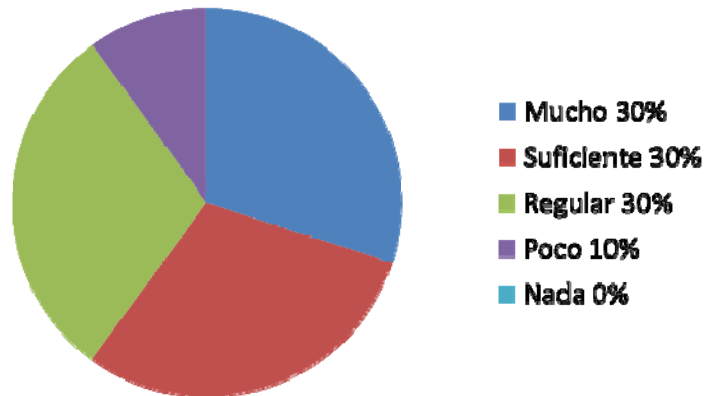
Pregunta 18. Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías.



6.2.3 Empleo de aditivos

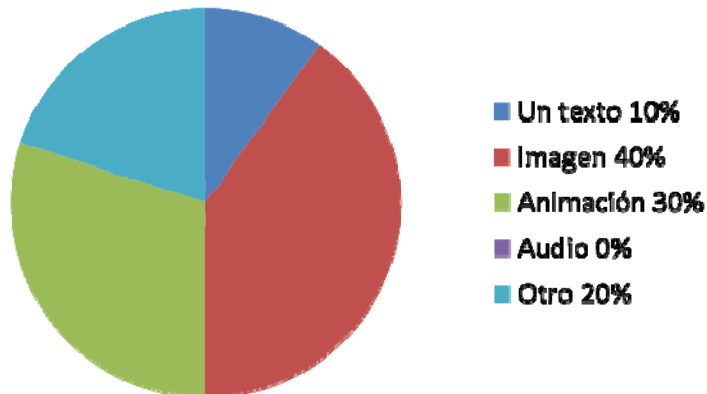
El factor de la atención o ese proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos potenciales (Schunk, D. 2012), siendo un componente que favorece el aprendizaje según el modelo clásico del procesamiento de la información, es un aspecto que ofrece el multimedia en cuestión, pero no está del todo cubierto, debido a que según se observa en la gráfica y considerando conjuntamente los elementos más favorables, cubre un poco más del 50% de los usuarios que contestaron el cuestionario aplicado para el presente estudio.

Pregunta 1 ¿Consideras que el multimedia llamó tu atención?

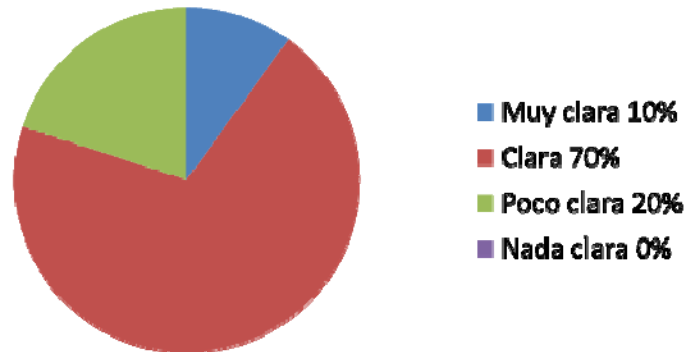


En cuanto a las respuestas a la pregunta 2, relacionada igual con el factor de la atención, fue posible confirmar aquella idea de que en la actualidad prevalece lo que se conoce como *homo videns*, por la atracción hacia la parte visual que ofrecen las pantallas, en este caso de los materiales educativos. Asimismo, al observar que las imágenes y las animaciones fueron los elementos que llamaron más la atención, es importante resaltar que también facilitaron una idea clara sobre el tema del multimedia (dado el alto porcentaje obtenido), fortaleciendo el significado del mismo (pregunta 3).

Pregunta 2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?

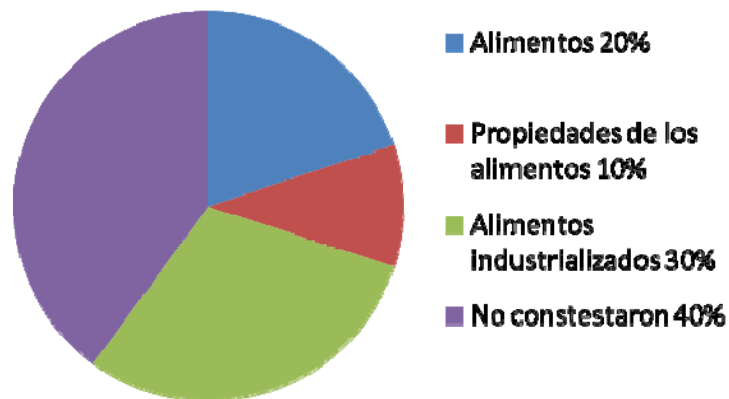


Pregunta 3. ¿Ese elemento que llamó tu atención te dio una Idea clara sobre el tema del multimedia?



Por las respuestas a la pregunta 4 se pudo tener una idea de la percepción (reconocimiento de patrones) de los usuarios, debido a que exhibieron el significado que asignaron al estímulo recibido o al que pusieron mayor atención, de esta manera del total de usuarios, el **60%** contestaron que el tema del multimedia era sobre alimentos y **30%** (de ese 60%) especificaron que industrializados.

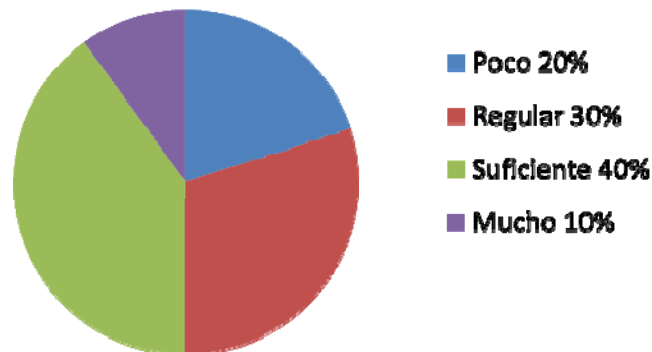
Pregunta 4. ¿Cuál es el tema del multimedia?



Considerando que la percepción implica dar significado a los estímulos según el modelo clásico del procesamiento de la información, se puede observar en la gráfica de la pregunta 5, que dicho factor que favorece el aprendizaje a partir de elementos introductorios (párrafos o secciones que dan una idea de lo que va a

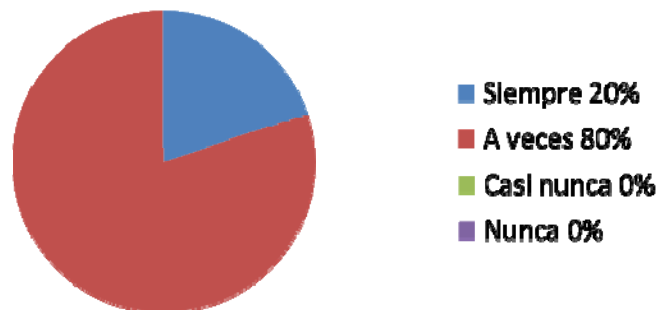
tratar la aplicación multimedia), se cubrió mínimamente, incluso se puede observar en un porcentaje mayor la opción menos favorable de la gradación o *continuum* (asentimiento-rechazo, favorable-desfavorable) propuesta para dicho cuestionamiento.

Pregunta 5 ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para seguir revisando el multimedia?



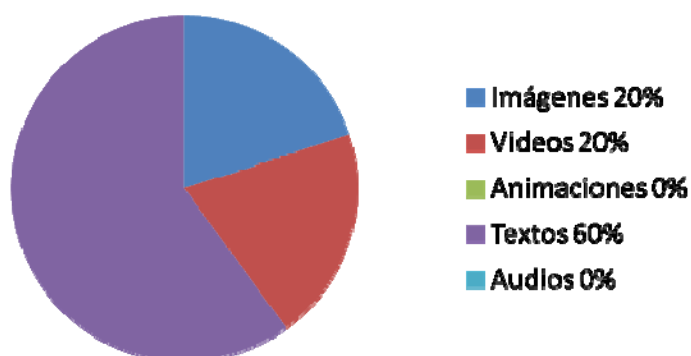
Por otra parte, para seguir construyendo un significado mediante el factor de la percepción, se menciona en el modelo clásico del procesamiento de información (Schunk, D. 2012) es importante que el estímulo recibido permanezca en los registros sensoriales de la Memoria de Trabajo (MT) por unos instantes, lo cual sirve para reflexionar y comparar con los conocimientos en la Memoria a Largo Plazo (MLP), por ello, el planteamiento de la pregunta 6.

Pregunta 6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?



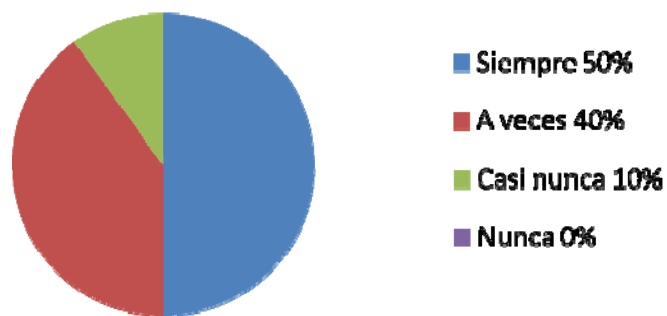
Con las respuestas a la pregunta 7 no prevaleció ese aspecto visual de los materiales, ya que el **60%** de los usuarios prefirieron los **textos**, siendo éstos los que les proporcionaron mayor referencia del tema que trata el multimedia, y no las imágenes como se dio con el factor de aprendizaje de la atención.

Pregunta 7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?



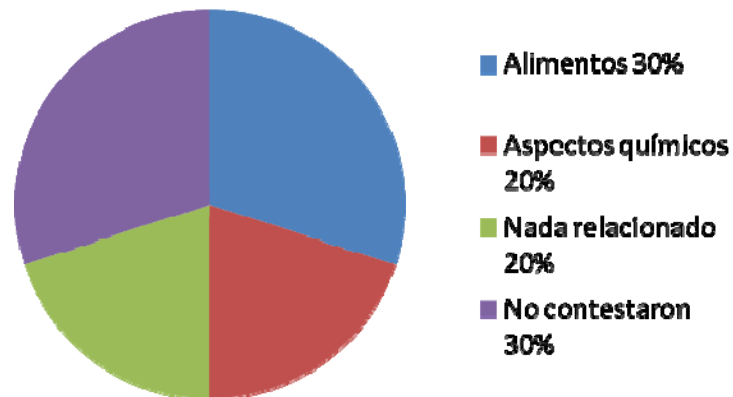
Por su parte, para afianzar el significado mediante el factor de la percepción, la pregunta 8 fue relevante para hacer conexión entre la nueva información con lo aprendido previamente y que forma parte de la Memoria de Largo Plazo, lo cual se dio en función de los elementos que llamaron más la atención del usuario y le dieron a su vez referencia del tema a tratar, obteniéndose un porcentaje promedio de los cuestionarios aplicados.

Pregunta 8. El o los elementos que captaron más tu atención ¿te hicieron relacionar la información con conocimientos previos?



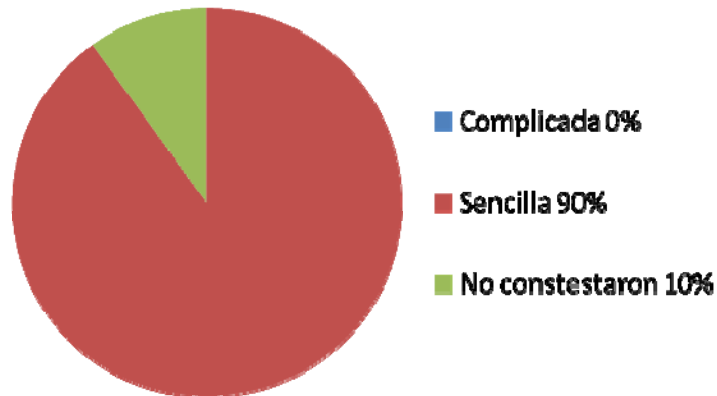
Con la pregunta 9 se pretendió que el usuario especificara los aspectos o conocimientos aprendidos con los que relacionaba el tema de la aplicación multimedia, y por lo que se observa se obtuvo un porcentaje promedio del total de cuestionarios aplicados, considerando los dos rubros (alimentos y aspectos químicos) de referencia.

Pregunta 9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema?



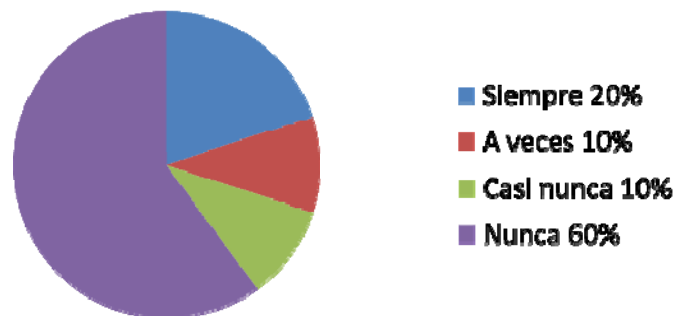
El factor de aprendizaje de la codificación del modelo clásico del procesamiento de la información, con el que es posible darle significado a la nueva información e integrarla a la MLP en función de la organización de la misma, de relacionarla con conocimientos anteriores y de los esquemas o aquellas unidades de información más grandes organizadas en un todo coherente a partir de trozos de información (Schunk, D. 2012), es por lo que se planteó la pregunta 10, y por las respuestas obtenidas el **90%** de los usuarios consideró que **sencilla**.

Pregunta 10. ¿La organización de los elementos en la pantalla me pareció?

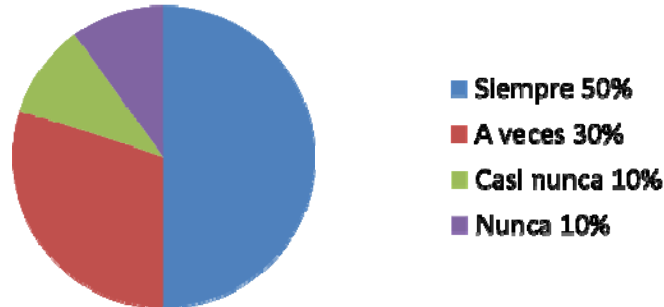


Asimismo, este componente de la codificación, donde la organización de la información es relevante, se ve favorecido por los usuarios en la pregunta 11, dado se considera no se presentan pantallas con mucha información; no obstante, este factor de aprendizaje de la codificación, se plantea medianamente aceptable en trozos de información para ayudar paso a paso a entenderla, dado el 50% de porcentaje obtenido del estudio (pregunta 12).

Pregunta 11. ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la Información?

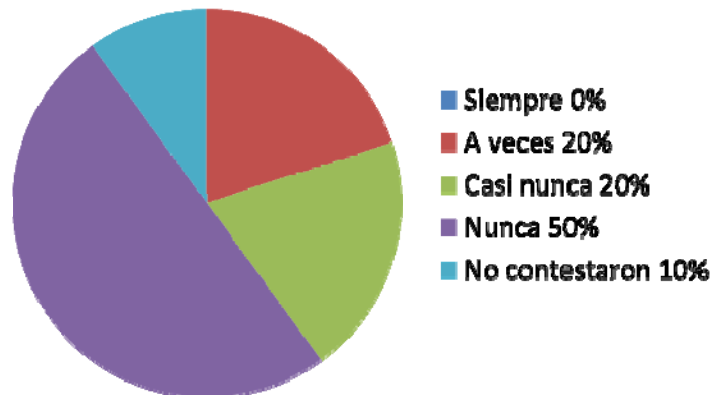


Pregunta 12. ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?



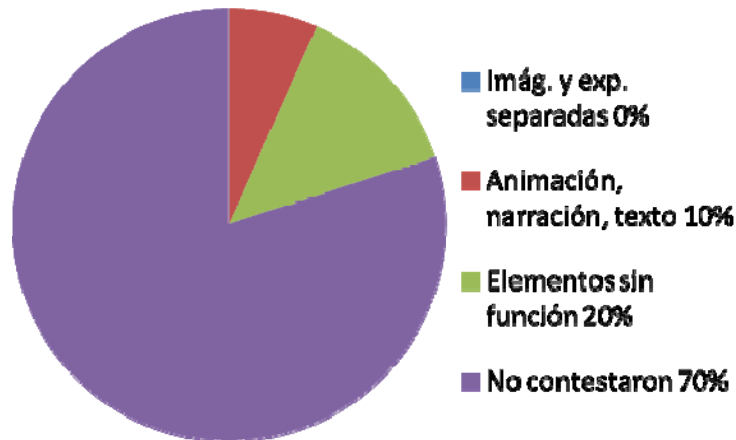
Quedó planteada favorablemente aunque no satisfactoria al cien por ciento, la disposición de los elementos de la estructura del multimedia, ya que según la experiencia de uso de los visitantes un porcentaje mayor no se encontró con elementos que les causaran confusión (pregunta 13).

Pregunta 13 ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?



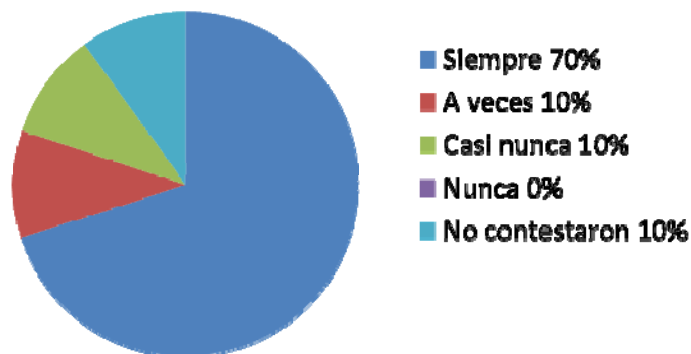
En cambio, los usuarios que sí consideraron había elementos que les causaran confusión en el multimedia, los indicaron al responder la pregunta 14, siendo el de mayor porcentaje (20%) sobre los elementos que consideraban no cumplen ninguna función en pantalla. El que siete personas no contestaran, afecta en gran medida los resultados de esta pregunta.

Pregunta 14. La confusión la produjeron...



Considerando los factores de aprendizaje de la atención, percepción y codificación del Modelo de memoria de dos almacenes o dual, la pregunta 15 se plantea para saber si estos factores permitieron el cumplimiento del objetivo de la aplicación multimedia Empleo de aditivos, que según se muestra en la gráfica, es un elemento logrado en mayor medida, considerando las respuestas obtenidas.

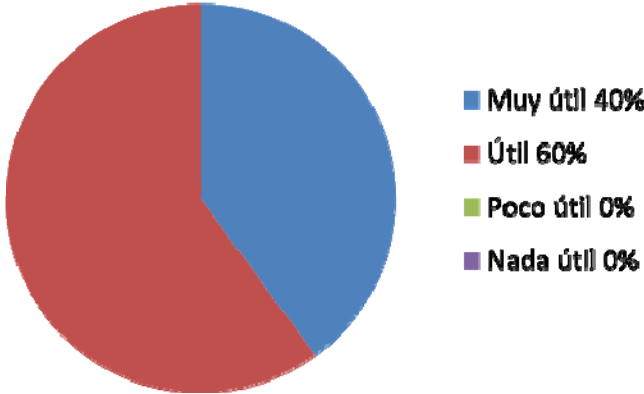
Pregunta 15 ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación al tema facilitaron tu comprensión?



Como se ha señalado, según el Modelo de memoria dual, el factor de almacenamiento se concreta al darle un significado a la información, para lo cual debe estar bien organizada así como prevalecer una asociación de la nueva información con algo que ya se conoce, pero se considera prevalece un significado y la asociación señalada en función de la utilidad que se le vaya a dar a

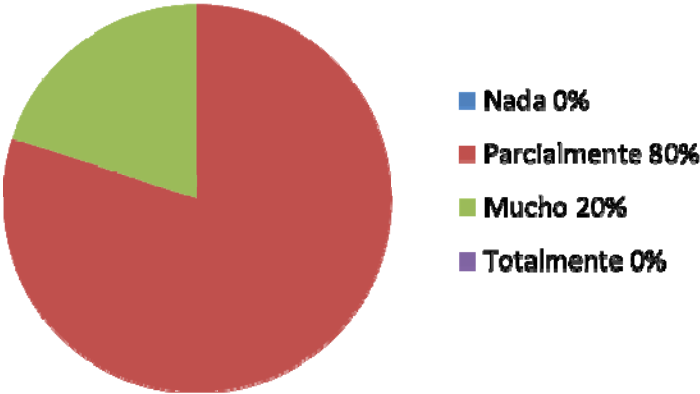
la nueva información, por eso la necesidad de considerar la pregunta 16; que como se observa, es un elemento logrado en el diseño de la estructura del multimedia en cuestión.

Pregunta 16 ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedia?



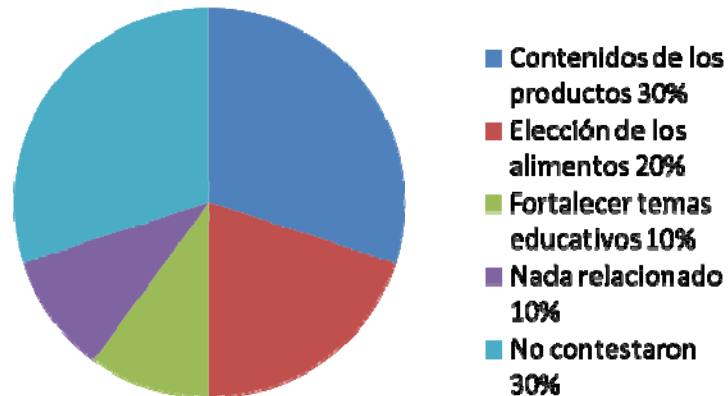
Por último, el factor de aprendizaje de la recuperación, según el Modelo de Memoria dual, debería recuperarse dicha información en función de que haya prevalecido tanto información bien asociada en la Memoria de Largo Plazo (MLP) como la utilidad de la misma (Schunk, D. 2012), de ahí la pertinencia de la pregunta 17, que como se observa se obtienen bajos porcentajes de los rubros más favorables, contradiciendo en parte los resultados obtenidos en la pregunta 16, o sea aunque la información la consideraron útil los usuarios, no por completo para su vida diaria.

Pregunta 17 ¿Esta información la utilizarás en tu vida diaria?



También para documentar la eficacia de la aplicación multimedia en cuanto al factor de aprendizaje de la recuperación, fue planteada la pregunta 18, que como se observa en la gráfica, por las respuestas obtenidas, los diferentes aspectos y sus porcentajes son muy semejantes.

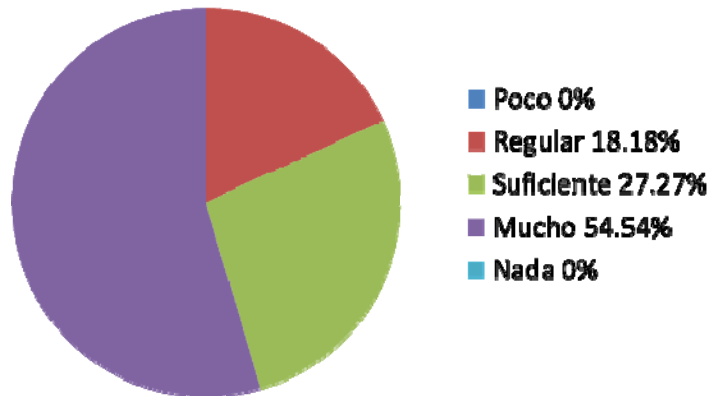
Pregunta 18. Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías.



6.2.4 Tabla periódica

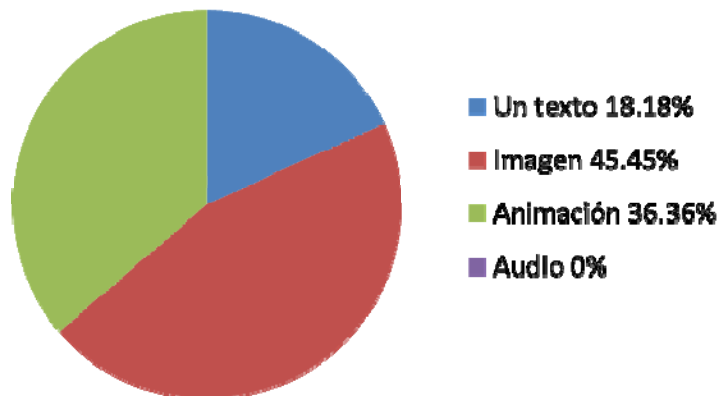
El factor de la atención favorece el aprendizaje en la medida de que implica la elección de una parte de muchos estímulos potenciales, según el modelo clásico del procesamiento de la información (Schunk, D. 2012), componente que no está del todo cubierto e inserto en la aplicación multimedia, ya que como se observa en la gráfica sólo rebasa el 50% de los usuarios que ofrecieron sus opiniones en el cuestionario aplicado para respaldar el presente estudio.

Pregunta 1 ¿Consideras que el multimedia llamó tu atención?

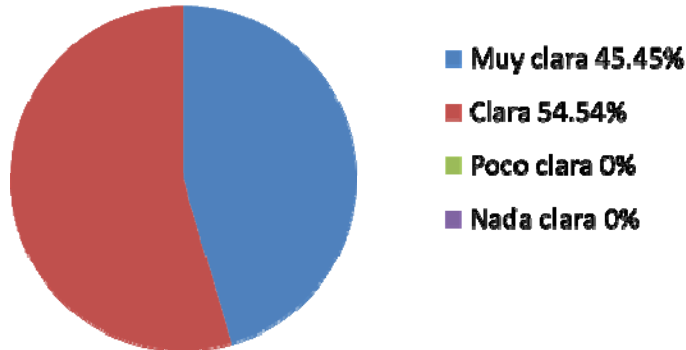


Por las respuestas a la pregunta 2 que tiene que ver de igual forma con el factor de la atención, se puede corroborar la idea de que hoy en día se habla del *homo videns*, en tanto hay una atracción hacia las pantallas, en este caso de los materiales educativos, lo cual se fortalece al observar que las imágenes y animaciones como los elementos que llaman más la atención, también favorecieron una idea clara (pregunta 3) sobre el tema a tratar de la aplicación multimedia, definiendo aún más el significado del mismo.

Pregunta 2 ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?

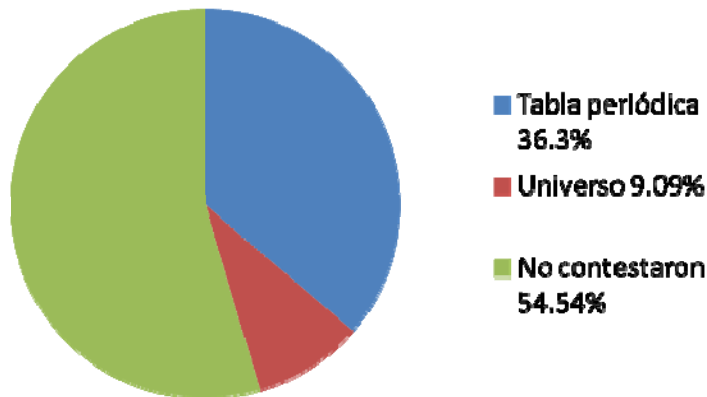


Pregunta 3 ¿Ese elemento que llamó tu atención te dio una Idea clara sobre el tema del multimedia?



Las respuestas obtenidas de la pregunta 4 permiten tener una idea de la percepción (reconocimiento de patrones) por parte de los usuarios, en tanto explicitaron un significado al estímulo captado o al que pusieron mayor atención, así del total de usuarios, el **36.3%** contestaron que el tema del multimedia era sobre la tabla periódica y **9.09%** sobre el universo. El que seis personas no contestaran, afecta en gran medida los resultados de esta pregunta.

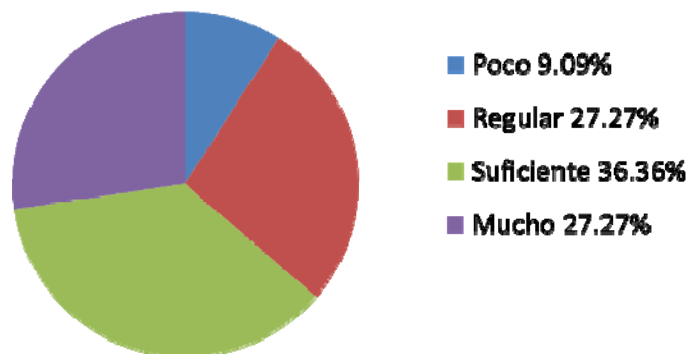
Pregunta 4. ¿Cuál es el tema del multimedia?



Al concebir la percepción como el dar significado a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos, según el Modelo de memoria de dos almacenes o dual, es posible corroborar en la gráfica de la pregunta 5 que este componente que favorece el aprendizaje definiendo elementos introductorios o

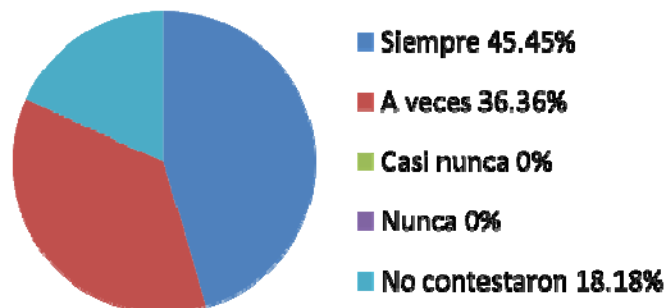
aquellos párrafos que dan una idea de lo que va a tratar el multimedia, no está contemplado favorablemente, e incluso prácticamente al nivel de las otras opciones de la gradación o *continnum* (asentimiento-rechazo, favorable-desfavorable) que se propone en dicho cuestionamiento.

Pregunta 5 ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?



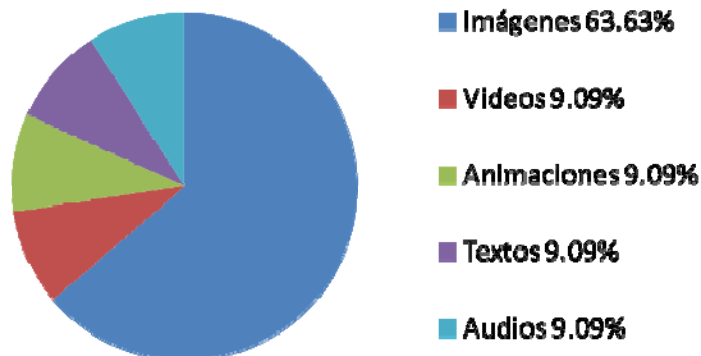
Asimismo, se contempló indispensable considerar la pregunta 6, ya que para seguir construyendo ese significado mediante la percepción, se señala en el modelo clásico del procesamiento de información (Schunk, D. 2012) la importancia de que ese estímulo recibido permanezca en los registros sensoriales por unos momentos en la Memoria de Trabajo para reflexionar y así poder comparar con los conocimientos en la Memoria a Largo Plazo (MLP).

Pregunta 6 ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?



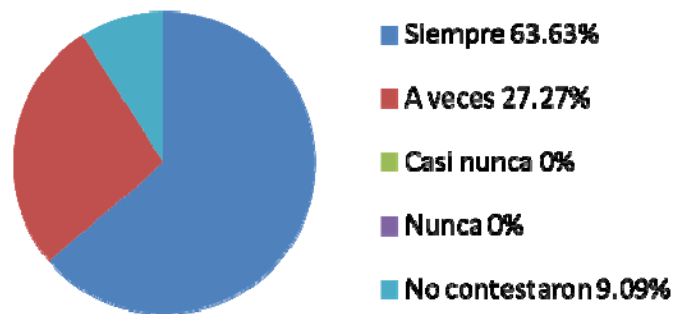
Se corrobora asimismo, con las respuestas a la pregunta 7, prevalece ese aspecto visual de los materiales, ya que el **63.6%** de los usuarios prefieren las **imágenes** y que, en este caso, no sólo llamaron su atención sino que les proporcionaron mayor referencia del tema que trata el multimedia.

Pregunta 7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?



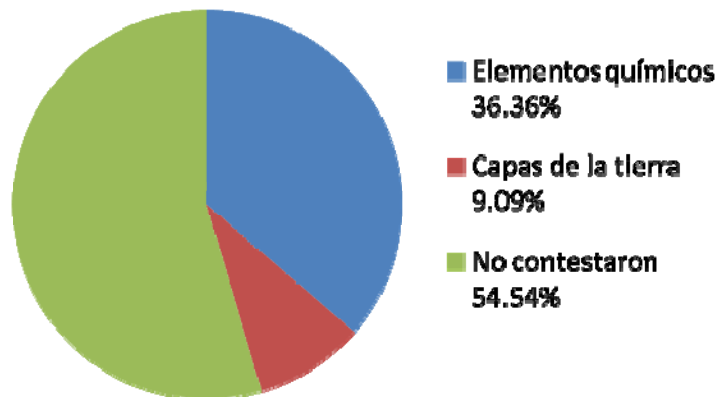
La pregunta 8 permitió hacer conexión entre la nueva información y su correlación con lo aprendido previamente y que forma parte de la Memoria de Largo Plazo (importante para afianzar el factor de la percepción del modelo clásico del procesamiento de la información), lo cual prevalece en función de los elementos que llamaron más la atención del usuario y le dieron a su vez referencia del tema a tratar, obteniéndose un alto porcentaje de los cuestionarios aplicados.

Pregunta 8. El o los elementos que captaron más tu atención ¿te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?



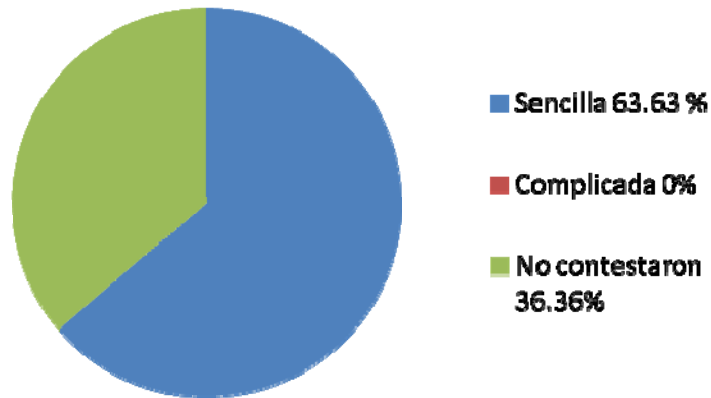
La pregunta 9 fue importante para que el usuario hiciera mención de los aspectos o conocimientos aprendidos con los que relacionaba el tema del multimedia, ante lo cual **45.4%** contestaron que con diferentes elementos químicos como el agua, bióxido de carbono, oxígeno oro, cobre, plata, entre otros. El que seis personas no contestaran, afecta en gran medida los resultados de esta pregunta.

Pregunta 9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema?



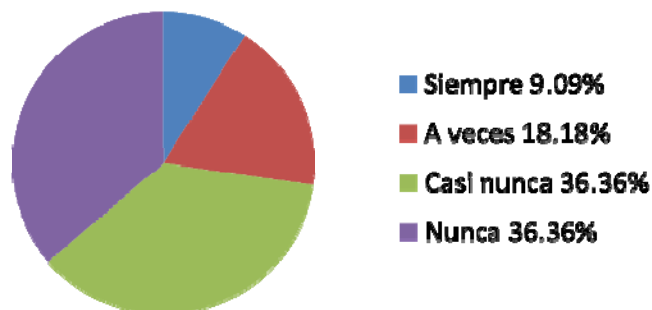
La codificación del modelo clásico del procesamiento de la información, que permite en sí darle significado a la nueva información así como integrarla a la MLP, pero a partir de la organización de la misma, relacionándola con conocimientos anteriores y en función de esquemas o aquellas unidades de información más grandes organizadas en un todo coherente a partir de trozos de información (Schunk, D. 2012), es el fundamento a la pregunta 10 que especifica cómo es que en el multimedio se define la organización de los elementos, y por las respuestas obtenidas el **63.6%** de los usuarios consideró que **sencilla**.

Pregunta 10. La organización de los elementos en la pantalla, me pareció?

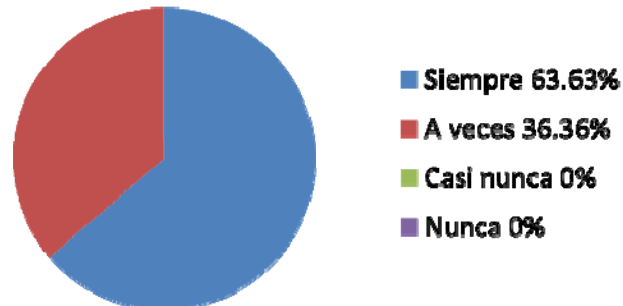


Asimismo, este componente de la codificación y la importancia de la organización se puede observar no es un aspecto logrado del todo por las respuestas de los usuarios a la pregunta 11, dado el porcentaje del 36.36% obtenido de la opción más favorable en cuanto a que no se presentan pantallas con mucha información, y que no rebasa ni siquiera el 50%; no obstante este factor de aprendizaje, se plantea adecuadamente o mediante trozos de información que ayudó paso a paso a entenderla dado el alto porcentaje obtenido (pregunta 12), diseño que favorece a la estructura del multimedia.

Pregunta 11 ¿Se presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?

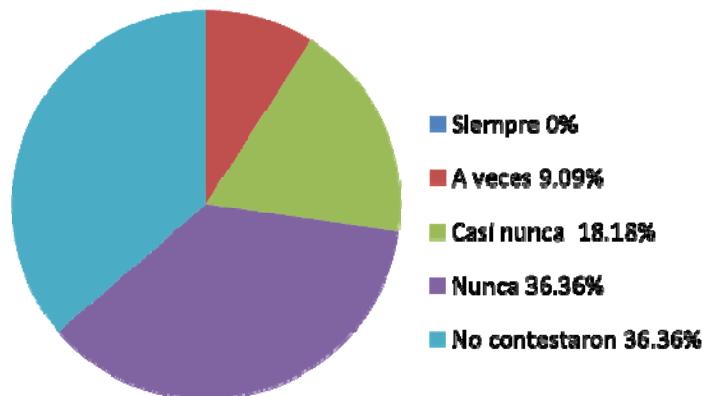


Pregunta 12 ¿Te pareció que el tema del multimedio fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?



La inclusión o disposición de los elementos de la estructura del multimedio, no se logra del todo, dada la experiencia de uso de los visitantes encuestados, que aunque sólo un bajo porcentaje no se encontraron con elementos que les causaron confusión, es importante considerar que 4 usuarios no contestaron (pregunta 13).

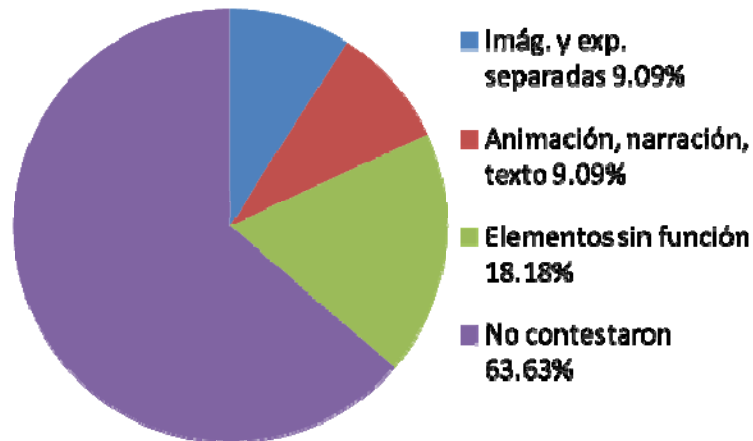
Pregunta 13 ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?



En lo que respecta a la pregunta 14, los usuarios que consideraron había elementos que les causaran confusión en el multimedio, indicaron dichos elementos: **9.09%** donde se planteaban animaciones con narraciones y además texto en pantalla, aunque este elemento no forma parte del multimedia, igual **9.09%** donde las imágenes y su explicación se encontraban separadas, y **18.1%**

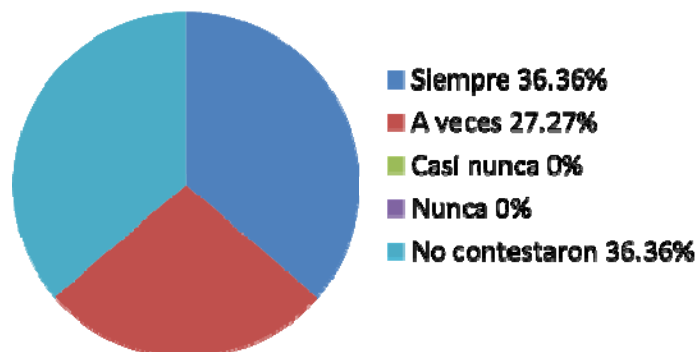
sobre los elementos que consideraban no cumplen ninguna función en pantalla. El que siete personas no contestaran, afecta en gran medida los resultados de esta pregunta.

Pregunta 14. La confusión la produjeron...



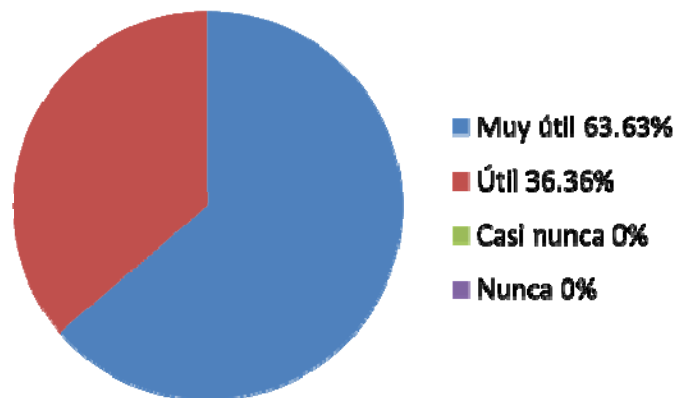
La pregunta 15 y considerando los factores de aprendizaje de la atención, percepción y codificación del Modelo de memoria de dos almacenes o dual, se plantea para saber si dichos factores permitieron cumplir el objetivo de la aplicación multimedia de la Tabla periódica, que como se observa en la gráfica, es un elemento medianamente logrado considerando las respuestas de los encuestados y los usuarios que no contestaron.

Pregunta 15 ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación al tema facilitaron tu comprensión?



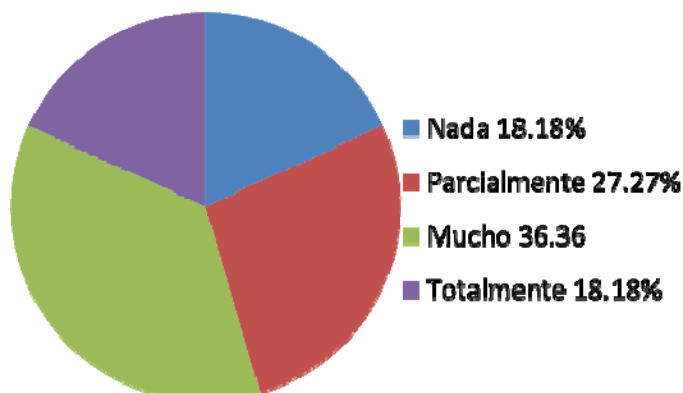
Mientras que la pregunta 16 es pertinente dada la utilidad que debe tener la nueva información para el usuario que la recibe, permitiendo con ello, se concrete el factor de almacenamiento según el Modelo de memoria de dos almacenes; esto es, se le puede dar un significado a la nueva información y prevalecer una asociación de ésta con algo que ya se conoce, en función de un uso que se le pueda dar a esa nueva información (Schunk, D. 2012).

Pregunta 16 ¿Te pareció importante o útil la Información tratada en el multimedio?

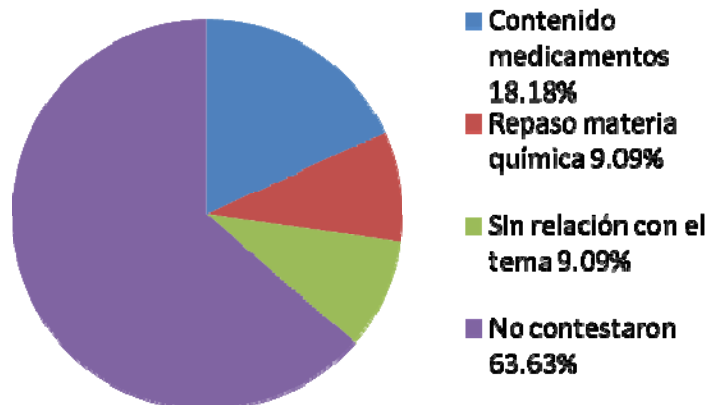


Por su parte, el factor de la recuperación donde debe haber prevalecido información bien asociada en la Memoria de Largo Plazo (MLP) así como la utilidad de la misma, para que según el Modelo de memoria de dos almacenes, sea más fácil de recordar y con ello recuperar (Schunk, D. 2012), es el eje fundamental de las preguntas 17 y 18 del cuestionario, donde contrariamente, se obtuvo un porcentaje poco favorable respecto a las opciones de la gradación o *continuum* (asentimiento-rechazo, favorable-desfavorable) propuestas en dicho cuestionamiento, aunado al hecho de que siete personas no contestaron la pregunta 18, lo cual afecta en gran medida los resultados de la misma.

Pregunta 17 ¿Esta información la utilizarás en tu vida diaria?



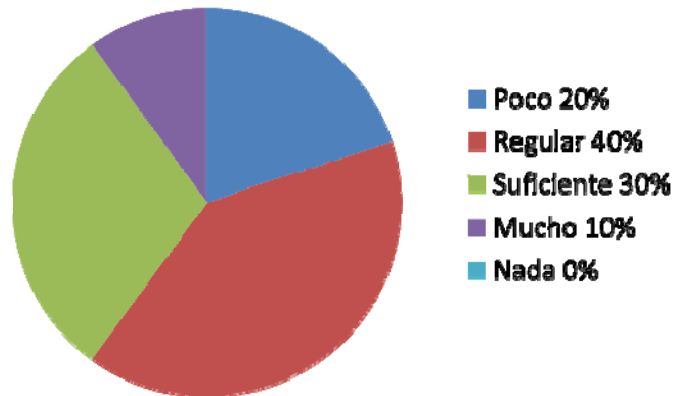
Pregunta 18. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías?



6.2.5 Pinturas para proteger

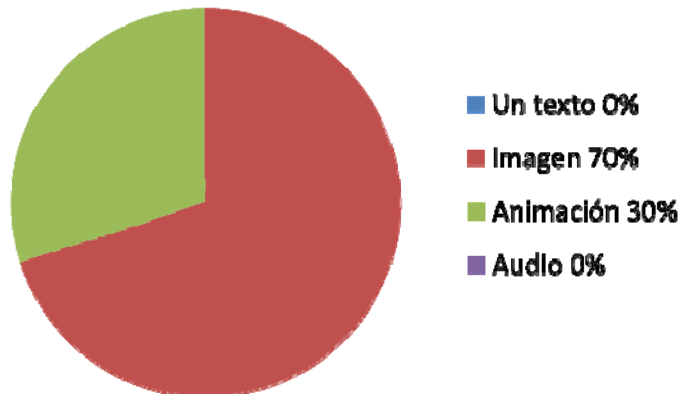
Uno de los componentes que favorecen el aprendizaje, según el modelo clásico del procesamiento de la información, es el factor de la atención o aquel proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos potenciales (Schunk, D. 2012), el cual está mínimamente cubierto en esta aplicación, ya que como se observa en la gráfica, el elemento más favorable alcanza un bajo porcentaje de los usuarios que contestaron el cuestionario aplicado.

Pregunta 1 ¿Consideras que el multimedia llamó tu atención?

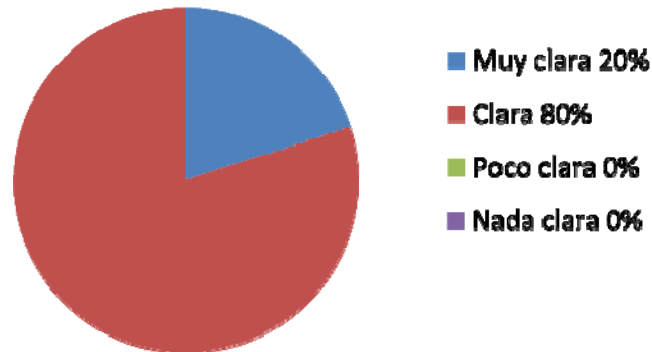


En cuanto a las respuestas a la pregunta 2, relacionada igual con el factor de la atención, es posible confirmar lo que en la actualidad se conoce como *homo videns*, en tanto hay una atracción hacia la parte visual que ofrecen las pantallas, en este caso de los materiales educativos. Esto se fortalece al observar que las imágenes y las animaciones (abarcando el total de los usuarios encuestados), como los elementos que llamaron más la atención al cien por ciento, también permitieron una idea clara (pregunta 3) sobre el tema del multimedia, lo cual favorece en gran medida su significado.

Pregunta 2 ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?



Pregunta 3 ¿Ese elemento que llamó tu atención te dio una Idea clara sobre el tema del multimedia?



Con la pregunta 4, se tiene una idea de la percepción de los usuarios o ese reconocimiento de patrones para denotar el significado al estímulo recibido o al que pusieron mayor atención, y por lo que se observa en la gráfica, más del 50% tienen claro el tema del multimedia, no obstante igual como se puede apreciar, varios usuarios no contestaron, alterando con ello los resultados.

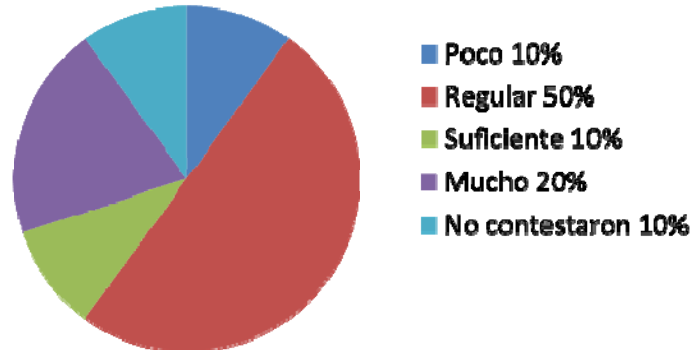
Pregunta 4. ¿Cuál es el tema del multimedia?



La percepción implica dar significado a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos, según el Modelo de memoria de dos almacenes o dual, de ahí que se puede observar en la gráfica de la pregunta 5, que este factor que puede favorecer el aprendizaje a partir de elementos introductorios (párrafos o secciones que dan una idea de lo que va a tratar la aplicación multimedia), está

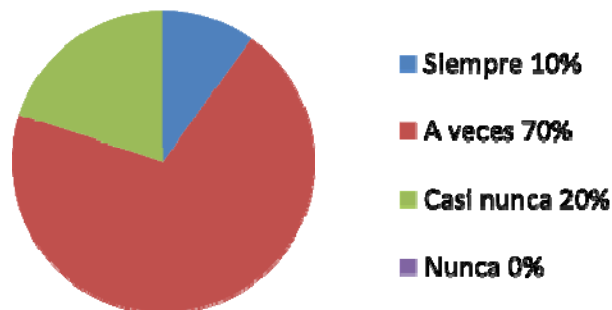
cubierto mínimamente incluso por debajo de opciones menos favorables de la gradación o *continnum* (asentimiento-rechazo, favorable-desfavorable) que se propone en dicho cuestionamiento.

Pregunta 5 ¿Los elementos Introdutorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?



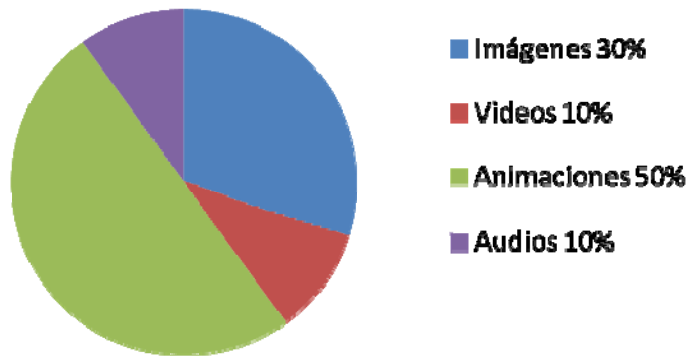
Para la construcción del significado mediante el factor de aprendizaje de la percepción, tal como se menciona en el modelo clásico del procesamiento de información (Schunk, D. 2012), es importante que el estímulo permanezca en los registros sensoriales por unos momentos en la Memoria de Trabajo, lo cual no es un elemento logrado considerando el porcentaje del elemento más favorable, siendo que permitiría reflexionar y poder comparar con los conocimientos en la Memoria a Largo Plazo (MLP), motivo por el cual se planteó la pregunta 6.

Pregunta 6 ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?



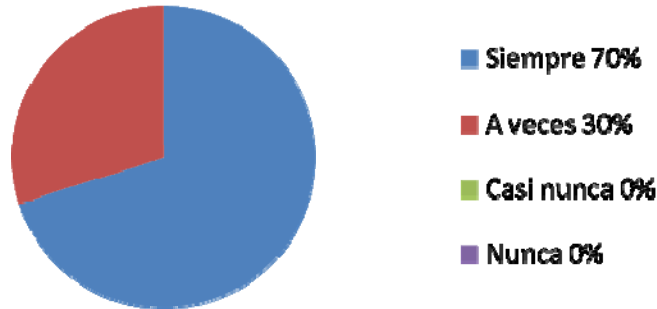
Prevalece ese aspecto visual de los materiales, como se puede corroborar por las respuestas a la pregunta 7, ya que el **50%** de los usuarios prefieren las **animaciones**, **30%** las **imágenes** y **10%** los **videos**, elementos que no sólo llamaron su atención sino que les proporcionaron mayor referencia del tema que trata el multimedia.

Pregunta 7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?



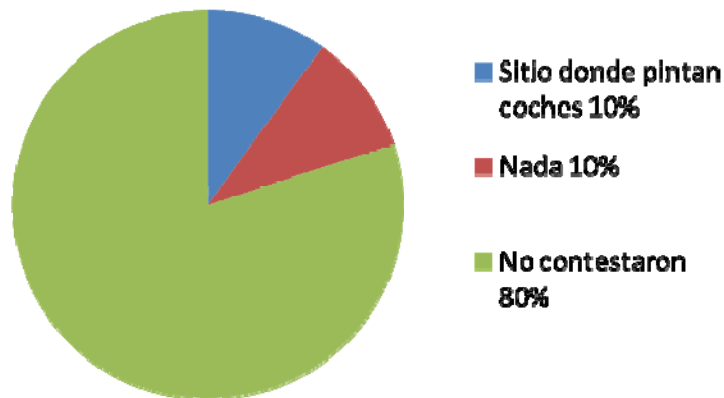
Dada la importancia de definir el significado mediante el factor de la percepción, fue contemplada la pregunta 8 para hacer conexión entre la nueva información y su correlación con lo aprendido previamente y que forma parte de la Memoria de Largo Plazo, lo cual se da en función de los elementos que llamaron más la atención del usuario y a su vez le dieron referencia del tema a tratar. Como se observa, un alto porcentaje se obtuvo al respecto.

Pregunta 8. ¿El o los elementos que captaron tu atención, te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?



La pregunta 9 permitió que el usuario especificara con qué aspectos o conocimientos aprendidos relacionaba el tema de la aplicación multimedia, así, solo una persona o el **10%** mencionó que un sitio donde pintan coches, otro **10%** con nada. El que ocho personas no contestaran, afecta en gran medida los resultados de esta pregunta.

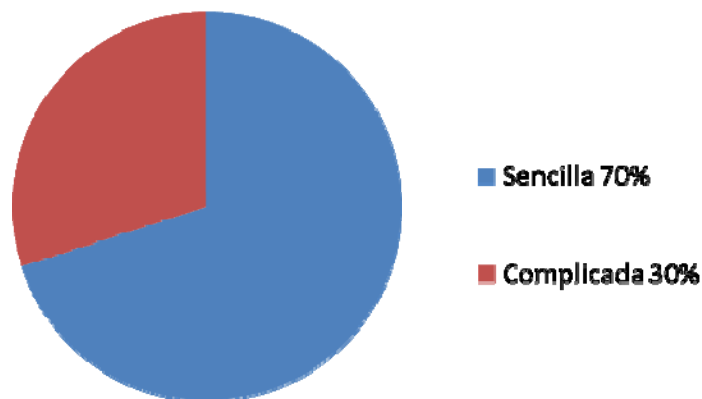
Pregunta 9. ¿Con qué elementos que ya sabías relacionaste el tema?



En cuanto al factor de aprendizaje de la codificación del Modelo clásico del procesamiento de la información, que permite en sí darle significado a la nueva información e integrarla a la MLP, pero en función de la organización de la misma, de relacionarla con conocimientos anteriores y de los esquemas o aquellas unidades de información más grandes organizadas en un todo coherente a partir

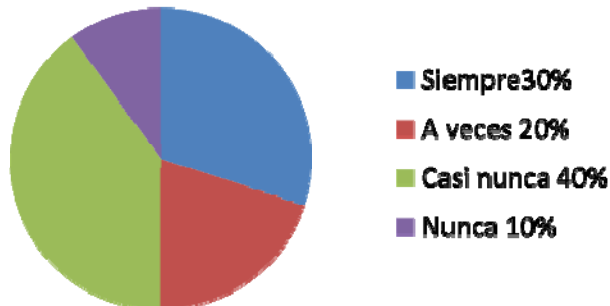
de trozos de información (Schunk, D. 2012), es por lo que se plantea la pregunta 10, es decir, en primera instancia para saber la opinión sobre la organización de los elementos que como se observa, es un elemento prácticamente logrado y por ende, facilitador de darle significado a la nueva información para ser integrada a la memoria de largo plazo.

Pregunta 10. La organización de los elementos me pareció...

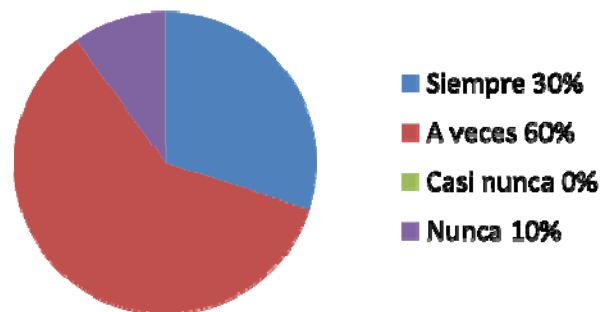


Mientras que con la pregunta 11, este componente de la codificación que corresponde a la importancia de la organización de la información, es un aspecto poco favorecido por los usuarios, dado se considera que se presentan pantallas con mucha información, como se observa hay un cierto balance entre las opciones de la gradación o *continnum* (asentimiento-rechazo, favorable-desfavorable) que se propone en dicho cuestionamiento; y este mismo factor de la codificación, que puede favorecer el aprendizaje tampoco se plantea del todo bien o mediante trozos de información para que ayudara paso a paso entenderla (pregunta 12), lo cual no beneficia en sí a la estructura del multimedia.

Pregunta 11 ¿Se presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la Información?

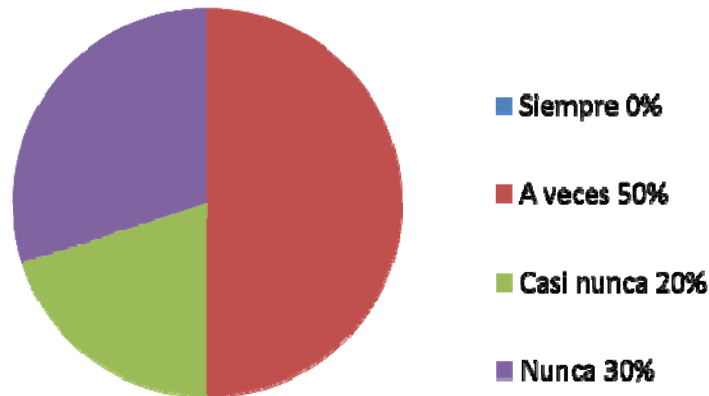


Pregunta 12 ¿Te pareció que el tema del multimedlo fue tratado en trozos de Información que te permitieron paso a paso entenderlo?



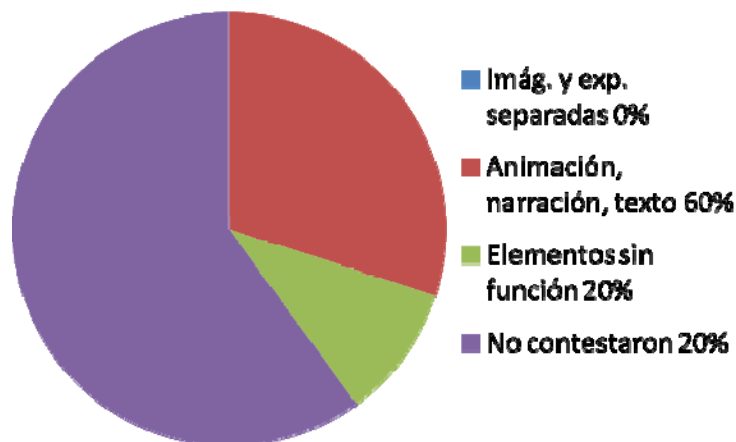
Respecto a la inclusión o disposición de los elementos de la estructura de la aplicación multimedia, es un aspecto no logrado del todo, porque si se observa la gráfica y según la experiencia de uso de las personas encuestadas, sólo un bajo porcentaje (pregunta 13) no se encontraron con elementos que les causaran confusión.

Pregunta 13. ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?



Por otra parte, los usuarios que consideraron había elementos que les causaran confusión en la aplicación multimedia, al responder la pregunta 14 indicaron dichos elementos, **60%** indicaron que se planteaban animaciones con narraciones y además texto en pantalla, pero como ya se mencionó con este reactivo en otras de las aplicaciones analizadas, estos elementos no se incluyeron en esta aplicación. Por otra parte, sólo un **20%** mencionó como respuesta a los elementos que consideraban no cumplen ninguna función en pantalla. Aquí, sí fue bajo el porcentaje de personas que no contestaron.

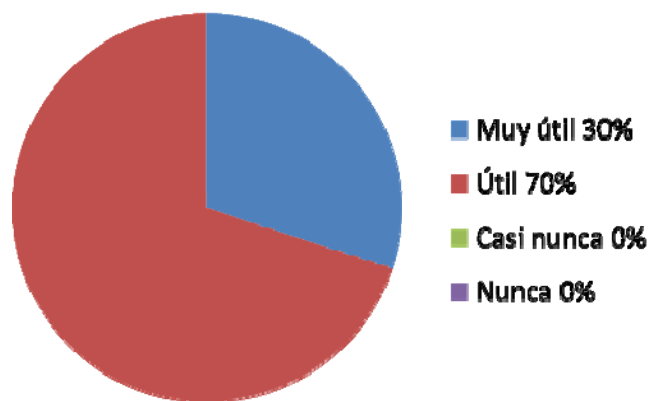
Pregunta 14. La confusión la produjeron...



El factor de almacenamiento según el modelo clásico del procesamiento de la información se concreta en la medida de que se dé un significado a la información,

la cual debe esté bien organizada así como prevalecer una asociación de la nueva información con algo que ya se conoce, pero de igual forma se da un significado y la asociación señalada en función de un uso que se le pueda dar a la nueva información (Schunk, D. 2012), de ahí la pertinencia de la pregunta 15. Aunque como se observa, la respuesta más favorable del *continuum* no representa un logro, pero la segunda en importancia sí lo manifiesta, lo que podría traer como consecuencia afianzar el significado de la nueva información.

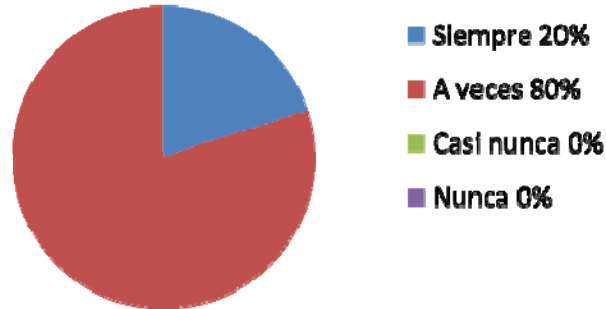
Pregunta 15 ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedio?



La pregunta 16 y considerando los factores de aprendizaje de la atención, percepción y codificación del Modelo de memoria de dos almacenes, se plantea para saber si dichos factores permitieron cumplir el objetivo de la aplicación multimedia de Pinturas para proteger, que como se observa en la gráfica, es un elemento logrado en parte ya que el elemento más favorable no lo denota pero si el segundo en importancia considerando las respuestas de los encuestados.

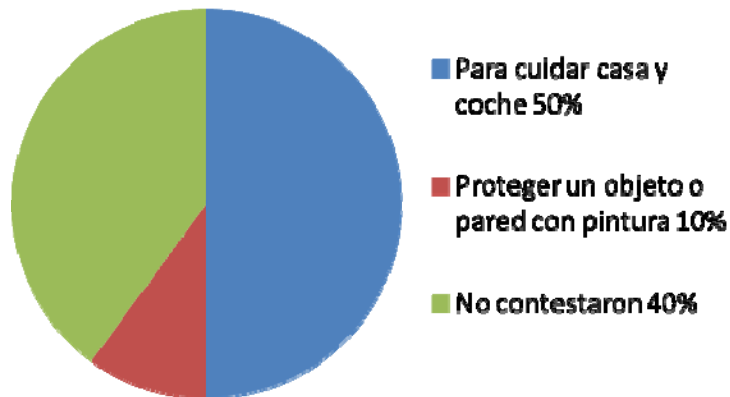
Asimismo, se consideró la pregunta 16 para ilustrar el último factor de aprendizaje que es el de recuperación donde debe haber prevalecido información bien asociada en la Memoria de Largo Plazo (MLP) así como la utilidad de la misma, para que según este modelo clásico del procesamiento de la información, sea más fácil de recordar y con ello recuperar dicha información (Schunk, D. 2012).

Pregunta 16 ¿Las propiedades y componentes de las pinturas que se te mostraron consideras es Información que utilizarás en tu vida?



Por tanto, las respuestas de los usuarios a la pregunta 17, muestran esa utilidad que mencionaron sí obtuvieron de la nueva información que les ofreció el multimedia (visualizada en la gráfica de la pregunta 16 en los dos elementos más favorables del *continuum*). Ahora bien, 60% de los usuarios le encontró alguna utilidad a la información para su vida diaria; no obstante, es importante considerar que 4 personas no contestaron.

Pregunta 17. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías?



VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Modelo de memoria de dos almacenes o dual, como la teoría cognitiva del aprendizaje implementada para dar soporte al presente estudio, se convirtió en un referente adecuado para sopesar la estructura y elementos de las aplicaciones multimedia que se desarrollan en Universum y, por ende, su fundamentación pedagógica en función de los componentes que favorecen el aprendizaje según este enfoque teórico, a saber: la atención, la percepción, la codificación, el almacenamiento y la recuperación; pero estos componentes, por su esencia abstracta en tanto procesos cognitivos o mentales de los individuos para transformar el flujo de información de un material educativo como las aplicaciones multimedia, se tuvieron que apoyar para el análisis y evaluación de dichas aplicaciones en referentes teóricos o lineamientos de diseño de materiales educativos concebidos bajo el enfoque teórico del procesamiento de información y de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, para en esa medida, hacer la conexión.

Fue elegido así, un enfoque teórico específico como lo sugirió la Dra. Carmen Sánchez Mora (experta entrevistada con motivo del presente estudio): “Es importante considerar al asistente [al museo Universum] en función de las inteligencias múltiples o los estilos de aprendizaje, a través de los cuales podemos sacar elementos en la elaboración de los multimedia para así abarcar ciertas modalidades cognitivas...” (Ver entrevista completa en el anexo 1).

De ahí que para abarcar esas modalidades cognitivas, hay que tomar en cuenta las teorías de aprendizaje o formas de aprender, diferencias que prevalecen o estilos de aprendizaje para fundamentar el cómo se genera o debería generarse la propuesta educativa de las aplicaciones multimedia del museo Universum, y con ello, fortalecer su misión de promover la cultura científica, a través de la educación informal que en sí misma implica la divulgación de la ciencia, ya que se puede aprender de cualquier fuente de información sin la plena conciencia de que se está aprendiendo (Orozco, 2003).

Por tanto, la correspondencia entre lineamientos de diseño y componentes del modelo clásico de la teoría cognitiva del procesamiento de la información para llevar a cabo el análisis, permitió, por los resultados obtenidos, inferir a partir de dichos lineamientos de diseño la inclusión de los supuestos pedagógicos o componentes que favorecen el aprendizaje en las aplicaciones multimedia, cristalizando con ello, uno de los objetivos propuestos para el desarrollo del estudio: *Analizar las estructuras y elementos que conforman las aplicaciones multimedia interactivas a partir de una muestra representativa para inferir supuestos pedagógicos que se intuye corresponden a un discurso relacionado con la teoría cognitiva del procesamiento de información, correspondiente al modelo clásico.*

Mientras que aquellos lineamientos no contemplados en la realización de estos materiales digitales pero referidos en los instrumentos de registro en cada una de las aplicaciones, pueden ser vislumbrados como recomendaciones, respondiendo así a otro de los objetivos especificados para el presente estudio: *Proponer como recomendaciones para implementar el diseño de la estructura de las aplicaciones multimedia del museo Universum de la UNAM, aquellos aspectos de los componentes que favorecen el aprendizaje como son la atención, percepción y codificación, y que no se hayan detectado persisten en dicha estructura.*

Recomendaciones que podrían tomarse en cuenta en la etapa de planeación, por ende, para la realización de las aplicaciones multimedia, fortaleciendo con ello, la propuesta educativa que implica la divulgación de la ciencia.

Esto último, tomando en cuenta lo que señala la experta entrevistada, con 20 años de experiencia en la realización de guiones multimedia, la licenciada Adriana López Ridaura, en cuanto a la necesidad de sustentar en alguna teoría de aprendizaje la planeación y por ende el diseño de las aplicaciones multimedia: “Sí serviría, nosotros lo hemos ido aprendiendo y hay mucho de intuición, por ejemplo con la experiencia vemos lo que a la gente le llama la atención y por lo tanto en lo que se concentra e igual que ayuda a retener la información, pero [la planeación] nunca ha sido basada en una línea pedagógica sacada de un libro”, La

entrevistada, por último comentó que los métodos pedagógicos deben prevalecer para hacer multimedios funcionales. (Ver entrevista completa en el anexo 4).

Como complemento a este señalamiento, hay que tomar en cuenta que se tendría la perspectiva de una educación que se estaría afianzando en la medida de que se implementara el Modelo de memoria de dos almacenes o dual para favorecer el aprendizaje de los visitantes al museo Universum, pero a partir de que la propuesta educativa que implica el multimedia esté conformada a partir de los componentes de dicho modelo, principalmente, los tres incluidos en el instrumento de registro (atención, percepción y codificación), ya que como se planteó en el apartado de la recopilación de la información, los factores de almacenamiento y recuperación son factores que en todo caso suceden y favorecen el aprendizaje del usuario en la medida que hayan sido planteados y asimilados adecuadamente los relativos a la atención, percepción y codificación en el material educativo.

Es importante acotar que los referentes teóricos que se contemplaron para el instrumento de registro de información y, por tanto, para analizar los diferentes factores que conformaron dicho instrumento, no agotan las posibilidades al respecto, sólo se retomó de las fuentes revisadas lo que se infirió se relaciona con los componentes del Modelo de memoria de dos almacenes o dual. Este último señalamiento, pudiera considerarse como una limitación del presente estudio, y por ello, esta investigación puede sentar precedentes para ampliar dichos referentes o lineamientos de diseño en futuras evaluaciones e implementar una propuesta concreta de estructura y diseño para las aplicaciones multimedia de Universum, bajo dicha fundamentación pedagógica.

Ampliar esos referentes o lineamientos de diseño para definir los componentes que favorecen el aprendizaje fortalecería a dos de ellos: el de la atención y percepción que implican el estímulo que ofrecen las aplicaciones multimedia, en tanto resultan trascendentes si se toma en cuenta un enfoque imperativo de la divulgación de la ciencia que se ejerce en el museo Universum: “Lo que sí es una realidad es que este museo de corte interactivo, tiene como pretensión principal

estimular a los visitantes para interesarse en asuntos científicos” (Reynoso, E. 2012).

Entonces, con base en los resultados del análisis realizado a las cinco aplicaciones que conformaron la muestra y atendiendo al enfoque del procesamiento de la información, en cuanto a que la información se procesa por lo general a través de dos canales: visual y auditivo (Mayer, R. 2001 en Ogalde y González, 2008); se puede decir que estos materiales educativos y digitales que implican los multimedia en Universum, responden en parte a dicha teoría cognitiva por varias razones que se detallan más adelante; no obstante, en las aplicaciones se contempla más el canal visual, apoyado con ilustraciones y animaciones principalmente, mientras que el canal auditivo no está siendo retomado, como elemento vital para promover el aprendizaje desde este enfoque teórico y utilizando estos materiales digitales, excepto los efectos sonoros aunado al silencio que contemplan algunas de las aplicaciones analizadas.

Más evidente se torna esta ausencia, si se toma en cuenta que “Los fundamentos de atención y percepción deben ser las bases del diseño visual y auditivo” (Ogalde y González, 2008, p. 13), o sea, estos componentes fundamentales para propiciar el aprendizaje del Modelo de memoria de dos almacenes o dual (atención y percepción), por un lado, son básicos para estructurar la propuesta educativa, no obstante, por el otro, no están siendo fortalecidos adecuadamente, en tanto prevalece (como ya se mencionó) en el diseño de la estructura de las aplicaciones multimedia de Universun, el uso del canal visual respecto al auditivo.

Otros referentes del factor de la atención (proceso de seleccionar una parte de muchos estímulos potenciales), que permitieron corroborar elementos del discurso pedagógico implícito (aunque no siempre en las cinco aplicaciones, a veces sólo en una de ellas, pero al fin y al cabo contemplado), fueron: la inclusión del título que da a entender el tema o relevancia del mismo así como elementos introductorios para explicar de lo que trata el multimedia, y el que se evitan pantallas saturadas por completo. Aspectos incluidos, pero no contemplados clara

y explícitamente durante la planeación de dichas aplicaciones, y en relación con la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia.

De esta manera y como recomendación para fortalecer los factores que permiten ocurra el aprendizaje, considerando la información obtenida del instrumento de registro, es relevante para el elemento de la atención, incluir al inicio y como parte de la estructura de los contenidos de las aplicaciones multimedia, ejemplos o problemas para introducir al usuario, así como plantear preguntas para reflexionar; los dos aspectos permitirían adentrar al usuario a partir de implementar conocimientos previos y, con ello, motivar y crear un interés por adquirir la nueva información con posibilidades de convertirse en un nuevo conocimiento.

Por otra parte, en relación con el factor de la percepción y considerando que es el elemento a través del cual se asignan significados a los estímulos que se reciben, siempre y cuando permanezcan en los registros sensoriales y se comparen con conocimientos de la Memoria de Largo Plazo (Schunk, D. 2012); la información captada mediante el instrumento de registro utilizado, apunta hacia la consideración de algunos supuestos pedagógicos para el diseño de la estructura de las aplicaciones multimedia de Universum, y que recrean parte de lo que se contempla en la planeación de las mismas, según lo señaló la experta entrevistada López Ridaura, quien dijo: "...no tenemos métodos pedagógicos de aprendizaje sino se usan métodos de asociaciones para reafirmar conceptos, que uno identifique las cosas que vivió o que sabía antes y entonces las identifique, estas son las herramientas que más se tratan de usar en cualquier exposición de ciencia, y para que la ciencia no parezca totalmente descontextualizada; entonces, contextualizar es buscar asociaciones y reafirmar conocimientos previos".

De ahí se concluye que para la planeación de las aplicaciones multimedia, sí se consideran implícitamente varios de los supuestos pedagógicos relacionados con el modelo clásico del procesamiento de la información o teoría cognitiva que favorece el aprendizaje a partir de cuatro componentes, uno de ellos la percepción, factor expresado a partir de utilizar en todas las aplicaciones analizadas, palabras e imágenes explicativas y ubicándolas en la misma pantalla ,

además de estar cercanas unas de otras para fortalecer esa asociación que permite reafirmar conceptos, señalada por la experta en elaboración de guiones del museo Universum. Esta percepción igual se favorece, al no incluir, por lo general en las aplicaciones de la muestra analizada, elementos que carezcan de una determinada función.

Ahora bien, recomendaciones para fortalecer el factor de la percepción y esa asociación que se busca, dado no son aspectos considerados en la realización de los multimedia revisados, tienen que ver en primer lugar, con la manera en que se disponen las imágenes y las palabras, pero éstas últimas, no escritas sino auditivas, en términos de favorecer un uso de imágenes con explicaciones auditivas de manera simultánea no en forma sucesiva (contigüidad temporal, Richard Mayer, 2001), ya que se considera como se ha mencionado anteriormente, que la información se procesa mejor por los canales visual y auditivo, lo cual no se incluye prácticamente en las aplicaciones multimedia de Universum. En segundo lugar como recomendación, se considera es necesario, ya que no son elementos muy utilizados, incluir más animaciones o imágenes en movimiento, que de igual forma sean explicadas utilizando el canal auditivo de los usuarios.

Para complementar este análisis de las aplicaciones multimedia y en relación con los componentes del modelo clásico que favorecen el aprendizaje, el factor de la codificación fue visto a la luz de que facilita la percepción o ese dar significado a la nueva información para poder integrarla a la Memoria de Largo Plazo (MLP), en función de la organización que implica la estructura de las aplicaciones multimedia o de esa forma que adquieren los contenidos; sobre lo cual, la experta en elaboración de guiones, López Ridaura, también mencionó que: “los multimedia juegan con esas muchas formas de dar una misma información... y las características de un multimedio para el museo deberían enfocarse en esas formas para obtener una reacción favorable del usuario sobre los contenidos”.

Así, por un lado, como producto de los resultados del análisis, son varios los supuestos pedagógicos corroborados sobre este factor de la codificación, ya que en todas las aplicaciones revisadas se incluye un título visible y claro, hay un

concepto de estructura porque la información se plantea o separa por tipos, etapas y nivel de dificultad, de ahí que el texto esté estructurado en fragmentos y jerarquías evidentes; asimismo, el diseño preliminar se mantiene a lo largo del multimedia, no se utilizan demasiados colores para el diseño y no se observa un abuso de estilos de fuentes tipográficas.

Mientras que otros de los referentes teóricos o lineamientos de diseño incluidos en los instrumentos de registro de las aplicaciones, sólo fueron corroborados parcialmente, o no fueron incluidos en todas estas aplicaciones, como el que los multimedia no estén fragmentados en máximo nueve elementos por pantalla, no presentar la información de lo simple a lo complejo, el que los hipervínculos se presenten fácilmente identificables para el usuario así como contemplar el diseño de pantalla en forma de “Z” (considerando se lee de izquierda a derecha y de arriba abajo).

Por último, en cuanto a recomendaciones para fortalecer la codificación en la estructura de los materiales digitales del museo Universum de la UNAM, la más importante sería el que no se considera para la realización de esos materiales un preámbulo, no de elementos introductorios para explicar de lo que trata el multimedia, sino en términos de ejemplos, problemas o preguntas que permitirían de entrada reflexionar o interesar al usuario del nuevo conocimiento por adquirir. Además de referencias o esa información que permitiría al visitante continuar una búsqueda personal del conocimiento que se le ha compartido, y no sólo quedarse con el estímulo recibido para interesarse de asuntos científicos. Asimismo, respecto a estándares de forma, habría que considerar el no combinar diferentes fuentes tipográficas, al igual que no utilizar letras tipo *serif* (con patines), debido a que no se recomiendan conforme a los lineamientos para materiales electrónicos o hechos con computadora (Ogalde y González, 2008).

Ahora bien, para el presente estudio de tipo exploratorio que se contempló, el análisis de las aplicaciones multimedia representó sólo una parte del mismo, y por los resultados obtenidos, se pudo inferir algunos supuestos pedagógicos que guían el diseño de las mismas y que corresponden al modelo clásico del

procesamiento de la información, por ende, a sus componentes o factores que favorecen el aprendizaje a saber: la atención, la percepción, la codificación, el almacenamiento y la recuperación; pero de igual forma, se consideró complementario a este estudio, el evaluar la eficacia de dichos materiales educativos.

De aquí se desprende el cumplimiento de otro de los objetivos planteados para la realización del presente estudio, en términos de valorar la estructura y elementos de los materiales multimedia, tal como se realizan actualmente, sopesando así a partir de los resultados obtenidos, qué tanto favorecen el aprendizaje en función de la manera cómo se insertan esos elementos y estructura y su posible correspondencia con los diferentes componentes del Modelo de memoria de dos almacenes o dual a partir de los supuestos teóricos o lineamientos de diseño de materiales considerados para este estudio; y como consecuencia, corroborar el logro de los objetivos que se conciben con antelación al desarrollo de los mismos.

En dicho instrumento de evaluación, al retomar los mismos referentes o lineamientos de diseño de materiales educativos y en correspondencia a su vez, a la teoría de procesamiento de la información considerada (modelo clásico) para el instrumento de registro, permitió una consistencia al estudio en términos de interrelacionar dichos instrumentos para mantener la coherencia teórica, metodológica y el enfoque predominantemente cualitativo, a excepción de la indagación cuantitativa para el diagnóstico del instrumento de evaluación, con lo cual los datos numéricos permitieron la descripción del fenómeno que se evaluó o sea la eficacia de las aplicaciones multimedia del museo Universum.

En sí, la aplicación del instrumento de evaluación a partir de la experiencia de uso de los visitantes, eligiendo una población al azar (muestra no probabilística) para corroborar la eficacia de las aplicaciones multimedia, que implicó la aplicación de 50 cuestionarios, es una limitación a esta investigación, en tanto no se logró, principalmente por falta de tiempo, el total de cuestionarios que se planeaba aplicar (100 cuestionarios), ya que se consideraba pertinente la propuesta óptima de la Dra. Carmen Sánchez Mora que en su calidad de experta en evaluación de

materiales educativos del museo Universum, vislumbra adecuada la aplicación de 50 a 100 cuestionarios para documentar las experiencias de los visitantes.

Entonces si se considera que al implementar una muestra no probabilística, el estudio no puede ser concluyente, ya que el proceso de elección de la muestra se dio en función de la toma de decisión de una persona (sugerencia de la doctora Mora), de ahí su valor limitado, por ende, los datos no pueden generalizarse a una población (Hernández *et al*, 2003), que en este caso se trata de los visitantes al Museo de la Ciencias de la UNAM; es por lo que se concluye que los resultados obtenidos de la aplicación de los cuestionarios sólo permitieron obtener indicios de la eficacia de la propuesta educativa de las aplicaciones multimedia del museo Universum. Esto aunado a la sola aplicación de 50 cuestionarios con lo que se limitó aún más poder documentar la experiencia de los visitantes al museo.

Pero antes de comentar los resultados de la evaluación, es importante recordar la manera en que quedaron distribuidos los componentes del modelo clásico del procesamiento de la información en los cuestionarios aplicados: las preguntas 1 al 4 corresponden al factor de la atención, de la 5 a la 9 corresponden al de la percepción, y de la 10 a la 14, lo alusivo a la codificación; mientras que las preguntas 15 o 16 (considerando los dos tipos de cuestionarios), se contemplaron para el factor de almacenamiento, y las últimas preguntas para el relativo a la recuperación. Pueden revisarse los dos tipos de cuestionarios aplicados en el anexo 3 de este trabajo.

Igual de importante es acotar que para la comprensión de los resultados, se consideró como parámetro la opción favorable, siempre y cuando estuviera en o por arriba del 50% de las personas encuestadas, aspecto retomado en función de la gradación o *continuum* (favorable-desfavorable, asentimiento-rechazo que implica la escala de Lickert) de cada una de las proposiciones o cuestionamientos.

En cuanto a los indicios de eficacia y quizá un posible aprendizaje en los usuarios de las aplicaciones, manifestado a través de sus respuestas, y ya interpretados en el apartado de análisis de resultados, señalan que los componentes del Modelo de

memoria de dos almacenes o dual, están siendo contemplados parcialmente en la definición de la estructura y elementos que conforman las aplicaciones multimedia del museo Universum.

Por tanto, el significado o descripción del fenómeno obtenido de esta evaluación no apunta a una eficacia de las aplicaciones como materiales educativos, debido a que en la experiencia documentada la opción más favorable del *continuum* de los cuestionamientos no fue la constante o la elección de respuesta preferida de los encuestados, de ahí los porcentajes que sólo sobrepasan el 50%, mientras que el 100% se reduce a un mínimo de casos, situación subsanada con algunas situaciones donde los usuarios eligieron la opción inmediata a más favorable.

Asimismo esta evaluación permite corroborar que en varios de los diferentes cuestionamientos relacionados con los supuestos teóricos o lineamientos de diseño que se incluyeron para los diferentes componentes del modelo clásico (atención, percepción, codificación, almacenamiento y recuperación) en el cuestionario, sí se encontró quedaron considerados como No favorables, es decir, algunos de esos elementos no están incluidos como parte de la estructura de las aplicaciones, lo cual no favorece un aprendizaje.

Lo anterior quiere decir que los lineamientos de diseño que corresponden al factor de aprendizaje de la atención en ocasiones no se contemplan para el diseño de las aplicaciones multimedia, y cuando se incluyen no siempre llaman la atención estas aplicaciones dado el planteamiento al respecto, pero cuando sí lo hacen, incluso transmiten una idea clara del tema.

Dicha situación se observó de igual forma para el factor de aprendizaje de la percepción, sólo que en este parámetro de los cuatro aspectos que implicó (de la pregunta 5 a la 9 del cuestionario) dos fueron contundentes, uno en cuanto a la opción No favorable, donde los elementos introductorios de las aplicaciones multimedia no se consideran eficaces, tomando como elementos introductorios para el cuestionario aquellos párrafos incluidos de entrada y que dan referencia del tema a tratar en la aplicación.

De ahí que a manera de recomendación y con base en los supuestos teóricos o lineamientos de diseño para este componente de la percepción, sería conveniente incluir como parte de la estructura de los contenidos de las aplicaciones multimedia ejemplos o problemas para introducir al usuario, así como plantear preguntas para reflexionar, aspectos que permitirían adentrar al usuario a partir de implementar conocimientos previos y, con ello, motivar y crear un interés por adquirir la información que posiblemente se convierta en aprendizaje significativo.

El otro aspecto contundente de los resultados obtenidos del componente de la percepción tiene que ver con la opción Favorable en su totalidad, el cual permitió documentar que los elementos que llamaron más la atención, los visuales, facilitaron el poder relacionar la nueva información con conocimientos previos; eso es un indicativo de eficiencia en este aspecto o lineamiento de diseño contemplado para las aplicaciones de Universum.

Por su parte, la codificación como componente en ese *continuum* que es el aprendizaje, en los resultados de la evaluación obtenidos, y que debe estructurarse en función de una adecuada organización de los elementos y por jerarquías o trozos de información que faciliten la comprensión de los contenidos, pues se encontró que los diferentes lineamientos o supuestos teóricos son contemplados en las aplicaciones pero no alcanzaron siempre una consideración favorable por parte de los usuarios encuestados, lo cual permite documentar que se incluyen los supuestos teóricos pero no son eficaces del todo o no todos los lineamientos son incluidos para favorecer el factor de la codificación, de ahí que se sugiere evitar una organización de la información que incluya muchos elementos en la misma pantalla (entre textos e imágenes) o aquellos que no cumplen una función u originen confusión.

Respecto a los componentes del almacenamiento y recuperación, en función de los cuestionamientos en la evaluación, pues se documentó según las respuestas, que en relación al almacenamiento, donde cobra importancia la utilidad de los contenidos que cada aplicación ofrece, prevaleció la opción No favorable. Mientras que el cuestionamiento sobre el componente de la recuperación que implicó

preguntas abiertas para que los encuestados expresaran la utilidad concreta, fluctuó en promedio entre lo Favorable y No favorable en las aplicaciones evaluadas.

En cuanto a los componentes del almacenamiento y la recuperación no se mencionan recomendaciones para estructurar estos materiales educativos, ya que como se comentó en el apartado de la metodología, estos componentes para favorecer el aprendizaje son eficientes en la medida de que hayan sido planteados adecuadamente los lineamientos de diseño o supuestos teóricos contemplados para los factores de la atención, percepción y codificación, ya señalados.

Otro aspecto relevante de los resultados obtenidos de la evaluación, es en relación a los objetivos que se contemplaron en la planeación y realización de las aplicaciones multimedia retomadas para la muestra analizada, los cuales no fueron cubiertos según lo documentado, ya que fue recurrente la opción No favorable, denotando con ello un indicio de ineficacia en la propuesta educativa de dichas aplicaciones.

Luego entonces, y considerando lo señalado por Adriana López Ridaura (experta entrevistada) quien considera que: "...los objetivos van amarrados a los objetivos generales... es muy importante enfocar muy bien el objetivo particular que el multimedia quiere lograr...sin éstos se puede uno perder...", puede decirse por un lado, que no se están enfocando adecuadamente los objetivos al momento de diseñar la estructura y elementos que conformarán las aplicaciones multimedia, tomando en cuenta la importancia de implementar objetivos de aprendizaje con apoyo de una herramienta como puede ser la taxonomía de Bloom. Además de incluir los elementos y estructura que soporten esos objetivos de aprendizaje, incorporando los lineamientos y supuestos teóricos que emanan del presente estudio, así como aquellos no contemplados aquí pero que igual pueden sopesar los componentes que favorecen el aprendizaje.

De esta manera, un planteamiento ineficiente como soporte a los objetivos de aprendizaje, puede afectar o producir un efecto en cadena al contexto donde está

el multimedia dentro de todo el discurso que implica la propia exposición de la Sala de Química del museo Universum (como igual mencionó López Ridaura).

En relación al margen de error del instrumento de evaluación, por un lado, está el que algunas de las respuestas de los usuarios de las aplicaciones multimedia, fueron producto de apreciaciones no certeras, en tanto elegían aspectos no contemplados en la estructura del multimedio en cuestión o sea donde el usuario respondía ilógicamente o no tenía muy claras sus respuestas, afectando con ello, la interpretación de la experiencia de uso del multimedia evaluado; por otro lado, y en varios cuestionamientos, prevaleció un alto porcentaje de ausencia de respuestas, lo cual afecta la documentación de la experiencia así como la interpretación de los resultados obtenidos.

Por último, es importante retomar el planteamiento de que la recepción por parte de los destinatarios de la divulgación de la ciencia, posee características semejantes al aprendizaje informal, en tanto es personal, dependiente del contexto y generado por múltiples espacios e instituciones (Sánchez, 2009), como es el caso del museo Universum, que busca incidir en la individualidad de los visitantes y, por lo mismo, atender a los diferentes estilos de aprendizaje al conceptualizar el discurso que guía toda exposición, mediante diversos recursos didácticos, pero son las aplicaciones multimedia las que estarían atendiendo preferencias cognitivas o de aprendizaje de los individuos con más tendencia visual, auditiva y hacia las imágenes en general; aun cuando la exposición ofrezca contenidos para todos los visitantes y sus diferentes estilos de aprendizaje a través de los varios equipamientos y contenedores de equipo electrónico que la conforman.

De ahí la importancia y hago mía la recomendación en este estudio, según señalamiento de la Dra. Carmen Sánchez Mora (Subdirectora de Educación no Formal en Universum), en cuanto a la urgencia de que los diseñadores de recursos de divulgación sean capacitados tanto en aspectos relacionados con la manera en que se adquiere el conocimiento y, por tanto, en cómo se da el aprendizaje en los individuos, dado facilitaría las propuestas educativas incluyentes de los diferentes estilos de aprendizaje, contemplando así como un

imponderable la fundamentación pedagógica en la generación de los materiales digitales del museo Universum de la UNAM.

Definitivamente el presente estudio fue un buen ejercicio de reflexión como propone Elaine Reynoso (2012), investigadora del museo Universum y pionera de la divulgación en México, necesario para sentar las bases para conocer tanto el potencial educativo de los productos y espacios de divulgación de la ciencia, que como una expresión de la educación informal, está viéndose favorecida por las tecnologías de información y comunicación (las TICs) para sembrar el interés por los saberes científicos en la población.

Ejercicio de reflexión del cual se desprende el presente estudio que ha pretendido explorar y de ahí que no se partió de hipótesis alguna, así como sentar las bases para la implementación de la fundamentación pedagógica en las aplicaciones multimedia del Museo de las Ciencias, en dirección hacia el modelo clásico de la teoría cognitiva del procesamiento de la información; y a la luz de un análisis y evaluación, pudo documentarse parte del potencial educativo de dichas aplicaciones dado algunos de los supuestos pedagógicos o componentes que contemplan para favorecer el aprendizaje, todo lo cual en su carácter de recursos didácticos no quedará subsanado, mientras que en su proceso de planeación y realización del diseño de la estructura y sus elementos no se contemple dicho enfoque pedagógico.

Es importante acotar que para una propuesta concreta de diseño de las aplicaciones multimedia, lo cual no fue objetivo específico del presente estudio, aunque se señalaron algunas recomendaciones como producto de los resultados obtenidos del análisis y evaluación, se requiere una investigación más a fondo en busca de más lineamientos o supuestos teóricos que enriquezcan y fortalezcan ese diseño pero en correspondencia a los componentes que favorecen el aprendizaje bajo la óptica del procesamiento de la información.

Referencias

- Bou, G. (1997). *El guión multimedia*. España: Anaya Multimedia.
- Cataldi, Z. Lage, F. Pessacq, R. y García, R. (s/f). *Revisión de marcos teóricos educativos para el diseño y uso de programas didácticos*. Recuperado el 5 de octubre de 2014 de <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/c-icie99-revisionde%20marcosteoriciseducativos.pdf>
- Centro de Cultura Casa LAMM (1993). *Guía para la elaboración de tesis*. México: Pegaso.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro* (Informe de la UNESCO de Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI). México: Ediciones UNESCO.
- Fernández, R. Server, P. y Cepero, E. (s/f). *El aprendizaje con el uso de las nuevas tecnologías de información y las comunicaciones*. Universidad de Ciego Ávila. Recuperado el 10 de septiembre de 2014 de <http://www.rieoei.org/deloslectores/127Aedo.PDF>
- Gutiérrez, A. (1997). Educación multimedia y nuevas tecnologías. Recuperado el 13 de septiembre de 2014 de http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8FNQ_tV4ihEC&oi=fnd&pg=PA2&dq=investigaciones+sobre+aplicaciones+multimedia+interactivas&ots=7LsN1V5usE&sig=uhjTzWDIFyDkpJTs2s8O2nlgKnk#v=onepage&q=investigaciones%20sobre%20aplicaciones%20multimedia%20interactivas&f=false
- Gutiérrez, R. (1987). *Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel*. Madrid: Departamento de Didáctica de las Ciencias del IEPS.
- Hernández, S. et al (2003), *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Mayran, M. (2001). *Una introducción a los métodos cualitativos*. México: Qual Institute Press. <http://www.ualberta.ca/~iiqm/pdfs/introduccion.pdf>
- Manual para la elaboración de tesis y trabajos de investigación* (2009). Academia de investigación, Universidad Politécnica Hispano Mexicana.

- Marqués, P. (2012). *Impacto de las TICs en la educación: funciones y limitaciones*. Recuperado de <http://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-tic.pdf>
- Morales, P. (2012). *Tipo de variables y sus implicaciones en el diseño de una investigación*. Madrid: Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Universidad Pontificia Comillas.
- Ogalde, I. y González, M. (2008). *Nuevas tecnologías y educación: diseño, desarrollo, uso y evaluación de materiales didácticos*. México: Trillas.
- Orozco, G. (2003). *Desordenamientos educativos en el ecosistema comunicacional*, cap. 5 en *Comunicación educativa en la sociedad de la información* de Roberto Aparici (coord.) Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, p. 97-110.
- Pereira, Zulay (2011). *Los diseños de método mixto en la investigación en educación: una experiencia concreta*. Recuperado el 26 de noviembre de 2014 de <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/viewFile/867/793>
- Regil, L. (2004). *Dimensión didáctica del multimedia*. Memorias del Congreso Latinoamericano de Multimedia Universitarios (CLAMU 2004) llevado a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana, plantel Xochimilco, México.
- Reynoso, E. (2012). *La cultura científica en los museos en el marco de la educación informal*. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, A. (2009). "La mirada cultural", Apuntes del módulo *Miradas de la Divulgación* del XIV Diplomado de Divulgación de la Ciencia, DGDC, UNAM.
- Sánchez, A. (2011). *Los museos y la cultura científica: una aproximación a través del recuerdo de las exhibiciones museográficas*. Revista Museología e Patrimonio, Vol. 4 No. 1, 3-27. Recuperado el 4 de junio de 2012 de <http://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmus/article/view/137/148>

- Sánchez, C. (2009). Inteligencias múltiples y museos de ciencia. *Revista Digital Universitaria* 10 (11), 1-9. Recuperado el 4 de septiembre de 2014 de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num11/art72/art72.pdf>
- Schunk, D. (2012). Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa. México: Pearson.
- Vera, A. y Villalón, M. (2005). La triangulación entre métodos cuantitativos y cualitativos en el proceso de investigación.
- Villalobos, E. (2002). *Didáctica integrativa y el proceso de aprendizaje*. México: Editorial Trillas.

ANEXOS

ANEXO 1

ENTREVISTA A LA DRA. CARMEN SÁNCHEZ MORA

Subdirectora de Educación no Formal
Dirección General de Divulgación de la Ciencia
Universidad Nacional Autónoma de México
Realizada el 28 de octubre de 2014

Pregunta: ¿Se debe retomar un específico modelo pedagógico considerando las funciones o misión de divulgación de la ciencia del museo?

- La misión de los museos es promover o generar una cultura científica en la población, lo cual se podrá lograr a través de la educación informal y tiene como característica el ser absolutamente personal.
- Las teorías pedagógicas están pensadas en poblaciones grandes y de acuerdo a ciertas características, edades y contexto.
- En el diseño de los multimedia y en las exposiciones museográficas no se tiene una idea clara de qué es el aprendizaje informal.
- Es importante considerar al asistente en términos de las inteligencias múltiples o los estilos de aprendizaje, a través de los cuales podemos sacar elementos en la elaboración de los multimedia para abarcar ciertas modalidades cognitivas de la población no necesariamente una teoría pedagógica.
- Se está muy inmerso (en Universum) en las ideas constructivistas y del aprendizaje significativo para ofrecerle un sentido a los visitantes y lo asimilen y acomoden a sus conocimientos anteriores y a sus intereses.
- Un enfoque específico va a poder mostrar diversidad de formas de aprender o estilos de aprendizaje.

- Lo que se busca para que el museo sea educativo es la comunicación interpersonal o sea dadas las características del aprendizaje informal se busca incidir en los visitantes en la individualidad.
- Los museos deben capacitar al personal para que entendieran lo que es el aprendizaje.
- ¿Cómo aprende la gente? Tiene que ver en cómo se le transmite: saber si la persona percibe, o más bien es analítica o igual es manos a la obra para tratar de darle cabida a todos los estilos de aprendizaje.
- Cualquier sistema que deslinde al creador de su propia forma de conocer y que le presente las oportunidades que hay de aprender y que las sepa diferenciar, todo esto para no quedarse solo en su estilo propio.

Pregunta: ¿Qué lineamientos didácticos deberían guiar la elaboración de un recurso de divulgación como las aplicaciones multimedia?

- Respecto a los aspectos didácticos es conveniente retomar cualquiera de estas tipologías que hay respecto a cómo aprende la gente, por tanto, tener conciencia de esas diferencias y ya el enfoque se dará por añaduría.

Pregunta: ¿Y dichos lineamientos basados en qué discurso pedagógico o bajo qué óptica pedagógica?

- Primero sería importante considerar la capacitación para los diseñadores de los productos, por tanto en aspectos epistemológicos o en cómo se genera el conocimiento o las ideas y en cómo se aprende, todo esto implica 4 cuadrantes o teorías del aprendizaje: escuela conductista, escuela del descubrimiento, escuela tradicional y una escuela constructivista y de éstas emanan las teorías pedagógicas, las cuales son un resumen de cómo se piensa surge el conocimiento y cómo se introyecta.
- Pero lo crucial es que se les da la opción a los visitantes a que se dirijan según sus preferencias cognitivas, en el museo se intenta ofrecer un discurso para todos.

- La gente que tiene más tendencia visual o auditiva o de imágenes va a elegir el recurso museográfico de los multimedia, por tanto, las teorías pedagógicas (al realizar los multimedia) podrían enfocarse a aquellos individuos que tienen una perspectiva pedagógica en estos rubros o individuos que tengan esas habilidades innatas o adquiridas pero que las tengan como preferencias de aprendizaje.
- Ciertos recursos museográficos como los multimedia tienen una salida más cómoda por cierto enfoque didáctico.
- Al no utilizarse el recurso aislado puede tenerse la tranquilidad de que cuando está insertado en una sala de museo sirve para armar o apoyar el discurso.
- No todos los recursos que se utilizan en un proyecto museográfico se consideran como didácticos, habría que hacer estudios como éstos para determinar si el multimedio lo es.

ANEXO 2
PRIMERA VERSIÓN DEL CUESTIONARIO O
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE

Instrucciones: elige la o las respuestas que consideras más cercana a tu opinión.

1. ¿Consideras que el multimedia llamó tu atención?
 - Poco
 - Regular
 - Suficiente
 - Mucho
 - Nada
2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?
 - Un texto
 - Imagen
 - Animación
 - Audio
3. ¿Ese elemento que llamó tu atención te dio una idea clara sobre el tema del multimedia?
 - Muy clara
 - Clara
 - Poco clara
 - Nada clara
4. Los elementos introductorios, ¿llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?
 - Poco
 - Regular
 - Suficiente
 - Mucho
5. ¿Qué elemento o elementos te dieron mayor referencia del tema que trata el multimedia?

Las imágenes

Los videos

Las animaciones

Los textos

Los audios

6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?

Siempre

A veces

Casi nunca

Nunca

7. El o los elementos que captaron más tu atención te hicieron relacionar esa información con conocimientos aprendidos con anterioridad o existentes en tu memoria?

Siempre

A veces

Casi nunca

Nunca

8. ¿La organización de los elementos en las diferentes pantallas te permitió darle un significado o sentido a la información presentada?

Sí

Algunas veces

No

9. ¿El tema general que abarca el multimedia fue tratado en fragmentos adecuados o trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?

Siempre

A veces

Casi nunca

Nunca

10. ¿Encontraste elementos que te originaran confusión como instrucciones planteadas o redactadas inadecuadamente o imágenes y su explicación separadas, animaciones con narraciones y además texto en pantalla o elementos que consideras no cumplen ninguna función en la estructura de la aplicación multimedia?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

11. ¿Te pareció importante o útil esta información?

Muy útil
Útil
Poco útil
Nada útil

12. ¿Esta información la utilizarás en tu vida diaria?

Nada
Parcialmente
Mucho
Totalmente

13. Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

14. ¿Si ya tenías referencia de este tema, la información del multimedia te permitió recordar claramente o muy vagamente esos conocimientos adquiridos con anterioridad?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

15. ¿Si esta información te parece importante, es porque es algo nuevo de lo que te enteras o porque reafirma tus conocimientos sobre el tema?

Completamente nuevo
Tenía una leve referencia
Nunca había visto o escuchado sobre el tema
No me parece importante

ANEXO 3

CUESTIONARIOS FINALES APLICADOS PARA EVALUACIÓN DE EFICACIA DE LAS APLICACIONES MULTIMEDIA

Para las aplicaciones multimedia: Productos de higiene, El lenguaje de la química, Tabla periódica y Empleo de aditivos.

Aplicación multimedia: _____

Datos del visitante:

Edad: _____

Año escolar que cursas: _____

Institución educativa: _____

Instrucciones: elige la respuesta que consideras más cercana a tu opinión

1. ¿Consideras que el multimedia llamó tu atención?

Poco

Regular

Suficiente

Mucho

Nada

2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?

Un texto

Imagen

Animación

Audio

3. ¿Ese elemento que llamó tu atención te dio una idea clara sobre el tema del multimedia?

Muy clara

Clara

Poco clara

Nada clara

4. ¿Cuál es el tema del multimedia?
5. ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?
 - Poco
 - Regular
 - Suficiente
 - Mucho
6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?
 - Siempre
 - A veces
 - Casi nunca
 - Nunca
7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?
 - Las imágenes
 - Los videos
 - Las animaciones
 - Los textos
 - Los audios
8. ¿El o los elementos que captaron más tu atención te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?
 - Siempre
 - A veces
 - Casi nunca
 - Nunca
9. ¿Con qué elementos o elementos que ya sabías relacionaste el tema?
10. La organización de los elementos en la pantalla me pareció:
 - Complicada
 - Sencilla
11. ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

12. ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

13. ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

14. La confusión la produjeron:

Las imágenes y su explicación separadas
Las animaciones con narraciones y además texto en pantalla
Elementos que consideras no cumplen ninguna función en la pantalla

15. ¿Consideras que las diferentes explicaciones en relación al tema facilitaron tu comprensión?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

16. ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedia?

Muy útil
Útil
Poco útil
Nada útil

17. ¿Esta información la utilizarás en tu vida diaria?

- Nada
- Parcialmente
- Mucho
- Totalmente

18. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías?

Para el multimedio Pinturas para proteger:

Aplicación multimedia: _____

Datos del visitante:

Edad: _____

Año escolar que cursa: _____

Institución educativa: _____

Instrucciones: elige la respuesta que consideras más cercana a tu opinión

1. ¿Consideras que el multimedia llamó tu atención?

- Poco
- Regular
- Suficiente
- Mucho
- Nada

2. ¿Cuál fue el elemento que llamó tu atención de inicio?

- Un texto
- Imagen
- Animación
- Audio

3. ¿Ese elemento que llamó tu atención te dio una idea clara sobre el tema del multimedia?

- Muy clara
- Clara
- Poco clara

Nada clara

4. ¿Cuál es el tema del multimedia?
5. ¿Los elementos introductorios llamaron tu atención como para querer continuar revisando el multimedia?
 - Poco
 - Regular
 - Suficiente
 - Mucho
6. ¿Cada aspecto que llamó tu atención lo reflexionaste o inmediatamente procediste a atender otro u otros elementos de la pantalla?
 - Siempre
 - A veces
 - Casi nunca
 - Nunca
7. ¿Qué elemento te dio mayor referencia del tema que trata el multimedia?
 - Las imágenes
 - Los videos
 - Las animaciones
 - Los textos
 - Los audios
8. ¿El o los elementos que captaron más tu atención te hicieron relacionar esta información con conocimientos previos?
 - Siempre
 - A veces
 - Casi nunca
 - Nunca
9. ¿Con qué elementos o elementos que ya sabías relacionaste el tema?
10. La organización de los elementos en la pantalla me pareció:
 - Complicada
 - Sencilla
11. ¿Se te presentaron muchos elementos al mismo tiempo que te impidieron una comprensión de la información?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

12. ¿Te pareció que el tema del multimedia fue tratado en trozos de información que te permitieron paso a paso entenderlo?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

13. ¿Encontraste elementos que te originaran confusión?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

14. La confusión la produjeron:

Las imágenes y su explicación separadas
Las animaciones con narraciones y además texto en pantalla
Elementos que consideras no cumplen ninguna función en la pantalla

15. ¿Te pareció importante o útil la información tratada en el multimedia?

Muy útil
Útil
Poco útil
Nada útil

16. ¿Las propiedades y componentes de las pinturas que se te mostraron consideras es información que utilizarás en tu vida?

Siempre
A veces
Casi nunca
Nunca

17. ¿Menciona un aspecto de tu vida en que la utilizarías?

ANEXO 4

ENTREVISTA A LA LICENCIADA ADRIANA LÓPEZ RIDAURA

Coordinadora de proyectos multimedia y realizadora de los guiones

Departamento de Aplicaciones Multimedia

Dirección de Divulgación de la Ciencia, UNAM

Realizada el 6 de noviembre de 2014

Pregunta: ¿De qué manera te apoyas en los objetivos que se tienen para proyectar la propuesta educativa del multimedia para elaborar el diseño de la misma?

- En los multimedios que se hacen para el museo tienen objetivos muy específicos y en relación al contexto de donde está el multimedia dentro de todo el discurso. Así los objetivos van amarrados a los objetivos generales.
- También es muy importante enfocar muy bien el objetivo particular que el multimedia quiere lograr, es la base, sin éstos se puede uno perder considerando el potencial de generar contextos que tiene el multimedia, de ahí su importancia.
- Como en el museo se contemplan objetivos muy concretos, por ello, se consideran multimedios uniconceptuales, es decir, se trata de resolver un solo concepto, aunque con el multimedia se pueden decir muchas cosas, pero hay que tomar en cuenta que éste está sujeto a expresar cosas muy concretas y que quepa en el discurso de toda una exposición.
- Respecto a la parte pedagógica y considerando que se trata de proyectos de divulgación y aunque se tiene la idea de enseñar cosas, no tenemos métodos pedagógicos de aprendizaje sino se usan métodos de asociaciones para reafirmar conceptos, que uno identifique las cosas que vivió o que sabía antes y entonces las identifique, estas son las herramientas que más se tratan de usar en cualquier exposición de ciencia, y para que la ciencia no parezca totalmente

descontextualizada, entonces contextualizar es buscar asociaciones y reafirmar conocimientos previos. En los multimedios se usa mucho o da pié para hacer asociaciones y reafirmar conocimientos previos y para hacer enlaces con otras vivencias que uno ya tuvo como para poder relacionarlo al tema específico.

Pregunta ¿Tú crees que sería más efectivo el diseño de las aplicaciones multimedia, si lo sustentáramos en alguna teoría del aprendizaje?

- Sí serviría, nosotros lo hemos ido aprendiendo y hay mucho de intuición, por ejemplo con la experiencia vemos que a la gente le llama la atención y por lo tanto se concentra e igual que se retiene la información, pero nunca ha sido basada en una línea pedagógica sacada de un libro.
- De hecho hace muchísimos años cuando empezamos, ni siquiera existía la palabra multimedia y por ello ahora es importante hacer esa conexión ahora sí con las herramientas pedagógicas así como estudiar lo que se ha hecho, lo que ha funcionado a cuál de las líneas pedagógicas está respondiendo, pero lo saben los expertos en educación, en realidad nosotros seguimos con la intuición pero a la larga esos métodos pedagógicos son los que deben prevalecer para así hacer multimedios funcionales.
- Yo retomaría los aspectos que mencionas sobre atención, percepción, codificación de esta teoría de aprendizaje porque esto que da la multimedia de que mientras más te atraiga una cosa, más le vas a poner atención, más lo puedes relacionar con tu vida, más lo puedas asociar con otras experiencias, más puedes retener la información y por lo tanto más lo puedes criticar, esa misma experiencia es la que te da para después utilizarla o aplicarla.
- El problema de hacer las cosas intuitivamente que uno no se da cuenta de lo que está pasando y por lo tanto no es aplicable en otro momento, incluso la intuición puede fallar muchas veces, porque pueden darse productos exitosos, pero lo interesante sería saber por qué lo fueron, entonces ahí la parte pedagógica puede responder esa pregunta y es que nos diría qué está

cumpliendo con una serie de cosas y eso por supuesto que retroalimenta en la práctica a los que hacen los multimedia.

Pregunta ¿Crees que hay aspectos específicos para diseñar una propuesta educativa de tipo informal a diferencia de una formal?

- La educación formal es un aprendizaje controlado y la no formal no debería ser específico, pero en sí son vivencias, y el multimedia en sí implica una vivencia y no es un método para enseñarte las cosas sino para asociar conocimiento, es decir, permite tener una nueva perspectiva de las cosas y debería repercutir en la educación formal.
- Por eso es importante considerar que los multimedia juegan con esas muchas formas de dar una misma información, y las características de un multimedia para el museo deberían enfocarse en esas formas para obtener una reacción favorable del usuario sobre los contenidos.
- El multimedia es una herramienta personalizada al usuario que la está utilizando y eso cambia muchas características y posibilidades: desde tu forma de observar la información, es cuestión de gustos y también de capacidades o sea se ajusta a tus necesidades.
- Con un multimedia se puede evaluar un método pedagógico o cómo reaccionó el usuario que lo manipula y maneja, esa respuesta inmediata de que el usuario transforma tiene que ver con que él hace su propio caminito de aprendizaje, en eso el multimedia es una poderosa herramienta: en cómo el usuario decidió recorrer los contenidos.