

# Evaluación de OVA Scratch para la enseñanza del contenido “densidad”

## Evaluation of Scratch VLO for teaching content “density”

**Héctor Alexander Afanador Castañeda**

Universidad Autónoma de Colombia

E-mail: haacster@gmail.com

### Resumen

Esta investigación cualitativa forma parte del proyecto “Los artefactos digitales en la enseñanza de las ciencias naturales, especialmente, la biología”. En esta primera fase el objetivo es relacionar los aspectos tecnológicos con los elementos didácticos del objeto virtual de aprendizaje (OVA). El diseño metodológico seleccionado es el de estudio de caso instrumental, ya que se dispone de la evaluación para establecer los elementos constitutivos del OVA. Para ello, participaron profesores con estudios de maestría para interactuar en una actividad real de enseñanza con el artefacto y responder las entrevistas de ítems con escala. Para el análisis de los datos, se empleó la escala Likert y comparación de la tendencia entre ítems, acompañado de una matriz de Debilidades, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (DOFA). Los resultados establecen que las categorías relacionadas con medios son elementos que desfavorecen el diseño del artefacto pero que, sin embargo, no influyen en el proceso de enseñanza.

Palabras claves: artefactos; evaluación; OVA; usabilidad

### Abstract

This qualitative research is part of the project “artifacts in the teaching of natural sciences, especially biology.” This first phase aims to relate the technological aspects of design and the fundamental conditions of teaching virtual learning object (VLO). Methodological design was used to study instrumental case where assessment is available to establish the constituent elements of VLO. To do this, the participation of teachers with master’s degrees got involved to interact in a real teaching activity with the device and respond interviews with scale items. For the data analysis and comparison Likert scale trend between items, accompanied by a DOFA it was used. The results establish that the categories are related to elements means that lower device design however does not influence the teaching process.

Keywords: artifacts, evaluation, and usability, VLO.

Fecha de recepción: Septiembre 2016 • Aceptado: Noviembre 2016

AFANADOR CASTAÑEDA, H. (2016). Evaluación de OVA Scratch para la enseñanza del contenido “densidad” *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 14 (8), pp. 56-75.

## Introducción

Al tener en cuenta el principio de la Teoría del conectivismo<sup>1</sup> para la construcción de los artefactos virtuales, el “aprendizaje puede residir en artefactos no humanos” (Siemens, 2004; Tamez, 2014 y Gutiérrez, 2012). Al respecto, Afanador (2013) considera que es necesario un artefacto que contribuya a la regulación del aprendizaje, puesto que su usabilidad, desarrolla las capacidades de aprender por sí mismo y establece relaciones sociales necesarias (adaptabilidad). Estas conexiones creadas (digitales–no digitales) son reales y facilitan el aprendizaje continuo, entendido como “proceso enfocado a conectar información o fuentes de información” (Siemens, 2004). El artefacto OVA Eureka fue creado para dar respuesta a la demanda actual de incorporar las TIC como alternativa de apoyo dentro de una configuración de la práctica de enseñanza.

Siemens plantea que la conectividad ejercida desde procesos operatorios descompone toda forma y función tradicional de la comunicación, es decir que, al virtualizarse, la información se transforma, el lenguaje se convierte en código binario, por lo tanto, se reconfigura la interconexión y la realidad de interacción consciente. Esto contempla tanto al aprendizaje como a la enseñanza, no desde una mirada jerárquica vertical sino multidireccional, que atienda al principio de diversidad de opiniones. Se reconoce, entonces, como punto de partida al sujeto-aprendiz y un “querer saber” que deviene en “deseo” de un dispositivo de enseñanza que, a su vez, desea “revelar la información”, por lo cual el enseñante (visible u oculto) surge como epifenómeno de este proceso. Este planteamiento explica el principio de por/qué el aprendizaje puede residir en dispositivos no humanos; es el humano quien ha dejado ese conocimiento en la máquina–enseñante.

Esto mismo hace pensar que los artefactos se configuran como el contexto para que confluyan y se relacionen los dos deseos nombrados de modo tal, que esto contribuye a plantear la siguiente pregunta: ¿Todo artefacto contribuye a mejorar la práctica de enseñanza y el proceso de aprendizaje? Hipotéticamente se indica que los artefactos optimizan los procesos de enseñanza en el sentido de que permiten representar un contenido abstracto de forma más comprensible, así mismo mejorar la orientación de la clase, la comunicación activa, la mediación entre información–artefacto–estudiante y dar cuenta de las necesidades particulares de los estudiantes, entre otras. Pero, dado la amplitud que se requiere de la investigación necesaria para afirmar con exactitud este planteamiento, se delimita el interrogante a los aspectos constitutivos en un artefacto, en este caso OVA Eureka que permiten desarrollar una buena práctica de enseñanza sobre el concepto densidad para el nivel medio educativo.

La hipótesis que guía el trabajo plantea que el artefacto -u OVA Eureka- presenta una articulación entre información digital, diseño tecnológico y el componente didáctico. Esto depende de las relaciones entre el grado de usabilidad (efectividad y satisfacción), la calidad de materiales de hipermedia y aspectos propios del contenido y diseño didáctico del OVA. La manera con que el usuario ejerza su interconexión e interacción expresará diferentes procesos evolutivos y adaptativos, bien sea en la enseñanza del concepto densidad (o su aprendizaje), facilitando el desarrollo de la actividad, la

---

1 Este OVA tiene en cuenta La Teoría del Conectivismo de Siemens para centrar el proceso de enseñanza en los principios teóricos de redes y auto-organización, donde se conecta un conjunto de información especializada (epistemológica, científica experimental y matemática) y las conexiones que nos permiten aprender más (las interacciones con el artefacto, la red de usuarios y la red de compañeros).

comprensión de los contenidos, la interactividad, la participación y la agilidad en el aprendizaje.

### Fundamentación teórica

Los artefactos virtuales, según la Real Academia Española de la Lengua (RAE), son obras mecánicas, interoperativas hechas con arte y virtud. Esta definición conlleva, a su vez, las dos siguientes: artefacto en tanto “productos o efectos intencionales de las acciones de un agente” (Lawler, 2008) y como “instrumentos mediadores eficaces entre la acción humana y las capacidades de la naturaleza que posibilitan accesos a nuevos espacios” (Broncano, 2008). Por su parte Cole (1998), postula la existencia del “arte factus virtus” que contempla tres nociones: obra, arte y virtud. Es “obra” cuando el aspecto material se ha modificado para incorporarla a la acción humana; es “arte”, porque materializa conceptos, y es “virtud” porque moldea o cambia los ideales de participación socio-cultural. Pero, cuando no se tiene una intención o propósito educativo y se centra la atención o intereses en los mecanismos de inter-operatividad (“condición o habilidad de los sistemas o componentes para intercambiar información, procesos o datos”, IEEE, 1990) como un fin en sí mismo, ocasiona el deceso del “arte factus virtus” según Wiley (2006)

Asumir la perspectiva del conectivismo es reconocer que la existencia del artefacto virtual responde a una necesidad sociocultural, uno no existe sin la otra. Pero cuando está necesidad es resuelta, el “arte factus virtus” tiene dos caminos en la selección tecnológica (divergencia digital): la extinción paulatina (la selección tecnológica se da porque el artefacto no es adaptable a las nuevas exigencias del ambiente) o la evolutiva, es decir, la aparición de un nuevo “arte factus virtus”, hasta la especiación. Esta especiación se da gracias al cumplimiento del proceso de conectar nodos o fuentes de información especializados y a la alimentación y mantenimiento de las conexiones, dentro de un aprendizaje continuo (Siemens, 2007).

Tener en cuenta las dimensiones formativas, comunicativas, políticas, contextuales en la construcción misma del “arte factus virtus”, es decir, contemplar propósitos educativos (adaptabilidad), al igual que responder a un entorno propio con necesidades o situaciones particulares de enseñanza y aprendizaje, hace surgir toda una variedad de “arte factus virtus eruditionis” (EVA, OVA, AVA, Blog, E-portafolio, etc.). Este nuevo artefacto soportado por la misma tecnología con elementos digitales de conocimiento y conformado por redes de conexión, conlleva una re-configuración de la enseñanza y del aprendizaje, cuando se asume la estrategia de conectividad e interactividad.

Entonces, la incorporación de “arte factus virtus eruditionis” (artefacto virtual de enseñanza y aprendizaje) propicia un nuevo contexto multimodal en el aula escolar. En principio, pueden ser extrañas y desconocidas todas estas relaciones de interconexión e interacción, producto de la digitalización de la comunicación, pero los nuevos artefactos posibilitan la creación de un espacio individual y social novedoso (en su mayoría atemporal) para las interacciones humanas, incorporando procesos educativos emergentes en una infinita red de nodos (Afanador, 2014).

Desde las perspectivas de Afanador (2014), Badia (2006), Expósito y Manzano (2013) y Martí (1991), los artefactos virtuales de aprendizaje traen consigo cambios profundos en la manera de pensar (nuevas formas de enseñar y aprender, gracias al nuevo contexto diseñado) y de dialogar

continuamente. El nuevo contexto electrónico o digital o virtualizado debe propiciar de forma real que tanto el docente (administrador) como el estudiante (usuario) desarrollen acciones tales como: selección, organización, adaptación, canales de comunicación, toma de decisiones y ritmos de aprendizaje propios, que contribuyan a adquirir la capacidad o actitud de “interacción radical” entre sujeto-objeto, sujeto-sujetos, sujeto-información-sujetos. Esto beneficia tanto al diseño mismo del OVA como a los estudiantes, ya que adquieren “la habilidad de ver conexiones entre áreas, ideas y conceptos” (Siemens, 2007), como proceso actual para la construcción del conocimiento.

Es pertinente resaltar que este nuevo “arte factus virtus eruditionis” se construye desde la intencionalidad, para responder a ciertas necesidades de aprendizaje en masa (grupo determinado de estudiantes), pero también debe responder, paralelamente, al apoyo del aprendizaje basado en las necesidades personales e individuales. Downes (2014) enfatiza, que las actividades desarrolladas deben ser construidas a partir del interés y necesidades propias del que aprende en un espacio actual, pero la calidad de la inter-relación del aprendiente depende de los múltiples ambientes (reales atemporales) empleados, el grado de involucramiento del docente y la cantidad de nodos o redes ejecutadas con los demás usuarios o sujetos. Se concluye que la enseñanza es existente en sí misma pero se materializa con el deseo del aprendizaje, es decir, la acción de enseñar con el “arte factus virtus eruditionis” u OVA requiere que el estudiante medie su proceso de aprendizaje.

El “arte factus virtus eruditionis” es constituyente de un ecosistema digital, por lo cual debe responder a una demanda educativa, es decir, un nicho ecológico, la escuela o el aula. Para que este medio favorezca las funciones de enseñanza y de aprendizaje y fortalezca la conducta de los sujetos dentro de los nodos, es relevante en su construcción la relación procedimental entre las condiciones de enseñanza y las condiciones de diseño (ver tabla 1).

Tabla 1. Condiciones fundamentales de los artefactos virtuales de aprendizaje (OVA).

Condiciones fundamentales de diseño	Condiciones fundamentales para la enseñanza
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemporalidad.</li> <li>• Reutilización.</li> <li>• Interactividad-conectividad.</li> <li>• Accesibilidad.</li> <li>• Perdurabilidad.</li> <li>• Portabilidad.</li> <li>• <u>Hiper-textualidad</u>.</li> <li>• Simplicidad-comprimible.</li> <li>• Intencionalidad.</li> <li>• Secuenciación lógica.</li> <li>• Estabilidad estructural y funcional.</li> <li>• Navegación intuitiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentación técnica y tecnológica.</li> <li>• Capacidad motivadora.</li> <li>• Facilitar la autonomía de aprendizaje.</li> <li>• Objetivos o competencias definidas.</li> <li>• Actualidad y exactitud de los contenidos.</li> <li>• Desarrollo de contenidos conceptuales, procedimentales y <u>actitudinales</u>.</li> <li>• Calidad del entorno comunicativo.</li> <li>• No ser un obstáculo en el aprendizaje o que se propicie la consolidación de ideas alternativas.</li> <li>• Permitir la comunicación multidireccional.</li> <li>• Alto grado didáctico.</li> <li>• Evaluación formativa y regulada.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

El proceso de desarrollo evolutivo de esta clase de artefacto virtual nace, en principio, de su interacción creadora (propósito del sujeto enseñante ante una necesidad del aprendiente), el cual se transforma en acción co-creadora cuando la intención del primer sujeto (creador o administrador), no está enlazada necesariamente con el interés o intereses del sujeto o usuario (enseñante o aprendiente). Pero, si incide en la respuesta de usabilidad del enseñante o aprendiente ante la intencionalidad del creador o administrador, se denomina interacción nueva.

Este nuevo nodo reinventa al artefacto virtual (el grado de conexión del nodo depende de la interacción entre aprendiente y enseñante), ya que las dinámicas internas y externas, entre sujeto (docente)–información–sujeto (estudiante), hace que lo aprendido luego se comparta desde perspectivas diferentes (divergencia). La interacción nueva genera una segunda respuesta, la acción mediada de la relación existente: sujeto (aprendiente)–información–comunidad o grupo de sujetos (red) con intenciones similares que, en cierto momento, repercute para que el nuevo nodo adquiera sus propias características (fenotipo). Estos rasgos son producto de la complejidad de la interconexión e interacción, donde lo único que sobresale o visibiliza es la identidad digital propia pero cambiante (sentido de pertenencia al nuevo nodo). Con ello se asegura el ciclo de desarrollo del conocimiento (Siemens, 2007), que les permite a los sujetos estar actualizados en su área mediante las conexiones que han formado, donde “el conocimiento está distribuido en una red de conexiones” (Wade, M. 2012).

Justamente esta transformación o cambio de interacciones (de lo uni-modal a lo multi-modal), es lo que permite la nueva reformulación del “*arte factus virtus eruditionis*” donde la acción re-creadora busca los fundamentos de interconexión como nuevos propósitos de red y ampliación de nodos. El resultado final es que la enseñanza y el aprendizaje no dependen del docente sino de todos, es decir, la adquisición y desarrollo del proceso de formación a partir de conexiones aumenta la capacidad de saber más (Siemens, 2004) como proceso evolutivo. Entonces, el “*Arte factus virtus eruditionis*” evolutivamente presenta tres etapas, según el postulado de Cole (1999): artefactos primarios (estadio creador), artefactos secundarios (estadio co-creador) y artefactos terciarios (re-creador).

### Diseño metodológico

Según lo establecido por Díaz, Alarcón y Callejas (2013), acerca de la usabilidad (“cualidad abstracta difícil de cuantificar de manera directa”) donde se involucran las relaciones de diseño, expresión de información y uso para la enseñanza (cómo lo hace, qué contiene, para qué lo hace, a quién va dirigido, etc.), es importante que se asuma, dentro de este proceso, lo evolutivo y adaptativo de los OVA (Reimondo, 2000), siempre dentro de un contexto particular ya que no tiene funcionalidad evaluarlo de manera aislada (Bevan, 1995).

Esto implica disponer de un modelo cualitativo evaluativo de carácter instrumental. Para la evaluación del OVA Eureka se seleccionaron 21 profesores cuyo requisito fue enseñar en el nivel medio. Cabe decir que antes de la evaluación, los profesores fueron ubicados en tres grupos según su disciplina (Grupo 1: profesores de Biología, Química y Física, Grupo 2: profesores de Matemáticas y Grupo 3: profesores de otras disciplinas no relacionadas con las dos anteriores) donde cada uno realizó la secuencia de actividades.

## Instrumentos

Se emplearon cuatro instrumentos para diagnosticar: calidad del diseño tecnológico y didáctico del OVA (LORI de Otamendi et al., 2003), parámetros de calidad de materiales que se incorporan en el OVA (Cataldi, 2005, adaptado por Ojeda de Esteban, 2010)<sup>2</sup>, efectividad del OVA (Afanador, 2012)<sup>3</sup> y satisfacción del aprendizaje (Afanador & Jiménez, 2015)<sup>4</sup>. Cabe decir que el único instrumento que no se encuentra en la red y que presenta restricción de publicación es LORI, mientras que los otros son de uso libre, siempre y cuando, se cite al autor. Además, se informa que la prueba piloto de cada uno de los instrumentos, mantuvo su coeficiente del alfa de Cronbach (ver tabla 2). Por último, se pide a los grupos un DOFA (siglas del inglés referidas a la matriz de Debilidades, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para sintetizar las observaciones.

Tabla 2. Valores del coeficiente de Cronbach del OVA Eureka

Instrumento	Efectividad (usabilidad)	Satisfacción en el aprendizaje	Instrumento LORI	Parámetros de calidad
Coficiente registrado	0,93	0,633	--- x --	--- x ---
Coficiente de la prueba	0,92	0,85	0,87	0,9

Fuente: Elaboración propia

## Criterios valorativos para diagnóstico del OVA EUREKA

En esta fase metodológica fueron adaptados los criterios valorativos de Afanador (2012), Afanador y Jiménez (2015) y Afanador y Pineda (2016), para los tres instrumentos. Éstos son:

Los criterios o ítems que requieren intervención son todos aquellos cuya valoración sea igual o mayor a 3,4 o la cantidad de valoraciones sea la mitad o mayor en la muestra, cuando se suman las tendencias negativas (indeciso o más o menos en desacuerdo, o poco y totalmente en desacuerdo, o muy poco).

En el caso de las subcategorías se establece que si dos criterios tienen tendencia desfavorable, la

2 Instrumento de parámetros de calidad de materiales, recuperado de: <https://gladysojedae.files.wordpress.com/2010/04/guia-de-evaluacion-ovas.pdf>

3 Instrumento de efectividad del aprendizaje a partir de la usabilidad, recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/112649827/Memorias-III-Cong-Inv-Ed-y-Pedag-2012>

4 Instrumento de satisfacción en el aprendizaje a través de OVA, recuperado de: [http://www.academia.edu/24308220/OVA\\_en\\_matem%C3%A1ticas\\_de\\_primaria](http://www.academia.edu/24308220/OVA_en_matem%C3%A1ticas_de_primaria)

subcategoría presenta tendencia negativa, pero si sólo presenta un ítem se dice que la tendencia es aceptable con tendencia hacia lo positivo.

En el caso de las categorías, se determina que si alguna de sus subcategorías se encuentra con tendencia desfavorable, la categoría debe ser intervenida.

### **Características generales del OVA Eureka**

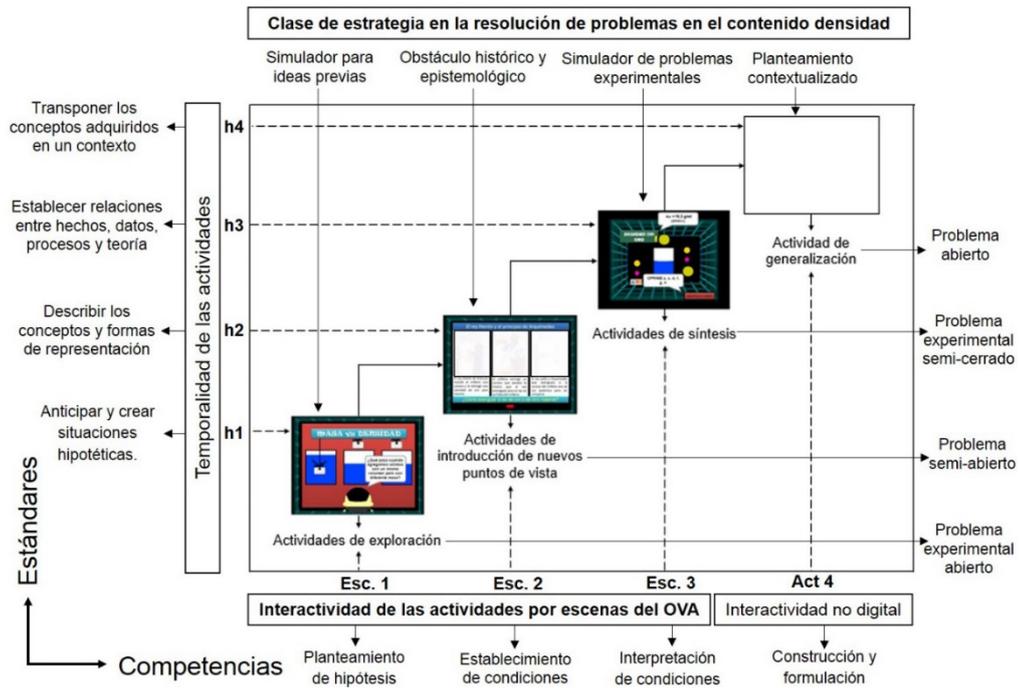
El OVA Eureka va dirigido a profesores que enseñan en básica secundaria -grados sexto y séptimo- o ciclo 3 de secundaria básica. La práctica de enseñanza involucra la resolución de problemas experimentales porque es tarea central de la actividad científica y del proceso intelectual para aprender ciencia (Caballer, 1994; Izquierdo & Chamizo, 2005) y la historia de la ciencia que, según Matthews (1991), es el puente entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano como modo de aprehensión de la génesis y evolución de los conceptos científicos (Gagliardi, 1988). En cuanto a la construcción de la secuencia de actividades se recurrió al modelo didáctico de Sanmarti (2002), y en el diseño tecnológico se involucró el programa Scratch con acceso on-line (<https://scratch.mit.edu/projects/344975/>), donde su interactividad es lineal consecutiva (no retorno) conformado por dos interfaces.

En cuanto a la relaciones de los componentes tecnológico y didáctico, se indica que la primera interfaz cuenta con formato de sonido-voz, imágenes geométricas planas, cuadros de diálogo y un avatar con desplazamiento. El objetivo de enseñanza va dirigido a plantear el obstáculo epistemológico y hacer que se expresen las ideas previas sobre la relación masa y volumen. Para ello se plantea el problema (cuadros de diálogo) y el simulador de un laboratorio experimental con tres dispositivos de interacción con teclado (según instrucciones del cuadro de diálogo).

En la segunda interfaz, existe en la escena uno (Esc.1) una imagen JPGE con un segmento narrativo de la corona del Rey Hieron de Siracusa, donde se plantea el problema epistemológico e histórico de forma abierta. En cuanto a la escena dos (Esc.2), consta de un simulador experimental a partir de figuras geométricas planas que involucran indicadores de masa, volumen y densidad para hallar los valores matemáticos solicitados en la actividad, con el propósito de realizar cálculos matemáticos para hallar un problema semi-cerrado. No se hablará de la escena cuatro puesto que no forma parte del diseño tecnológico en el OVA.

En cuanto a la instrumentalización de botones, para la navegación entre interfaces se empleó el teclado (barra espaciadora) y en la navegación entre escena dos (Esc.2) y escena tres (Esc.3) se utilizó imagen jpeg (flecha roja) indicando botón siguiente. Mientras que la interactividad interna de la escena uno (Esc.1) fue con el teclado numérico (1, 2 y 3) y en la escena tres se usó el teclado alfabético (a, s, d, f, g, h), dos botones texto para instrucciones y fórmula matemática de la densidad. A continuación, se presenta de forma concreta los componentes de diseño que sugiere Afanador (2014), en horas (tiempo) y escenas (ver gráfica 1) y la ficha de metadatos (tabla 3).

Gráfico 1. Configuración entre el componente tecnológico y el componente didáctico del OVA.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Ficha de metadatos del OVA Eureka

<b>1. General</b>	
Nombre:	Densidad - Eureka
Idioma:	Español
Descripción:	Comprensión del contenido densidad
Palabras Claves:	Densidad, Eureka, Historia de la ciencia
<b>2. Ciclo de vida</b>	
Versión	1
Autor (es):	Seudónimo: Biolex
Entidad (es):	Scratch.com
Fecha:	2008
<b>3. Técnico</b>	
Formato:	MLS, Scratch
Tamaño:	xx
Ubicación:	En línea <a href="https://scratch.mit.edu/projects/344975">https://scratch.mit.edu/projects/344975</a>
Requerimientos:	Cualquier sistema operativo y tener instalado en su computador Java
Instrucciones de instalación:	Navegación en web preferiblemente Google Chrome.
<b>4. Educacional</b>	
Tipo de interactividad:	Lineal unidireccional e hipermedial
Tipo de recurso de aprendizaje:	Simulador para la resolución de problemas y el desarrollo de competencias
Nivel de interactividad:	Media
Población objetivo:	Estudiantes de sexto y séptimo básica secundaria
Contexto de aprendizaje:	Modalidad B-learning y W-learning
<b>5. Derechos</b>	
Costo:	Libre
Derechos de autor y otras restricciones	No se pueden extraer los elementos u objetos constitutivos del OVA. Pero puede ser modificado
Anotación:	Anotación: Uso educativo y No comercial
<b>6. Clasificación</b>	
Instituciones	Instituciones escolares
Categoría	Proyecto colaborativo y trabajo independiente
<b>7. Reconocimientos</b>	
Publicación:	Complemento de OVA pensamiento químico
Instituciones:	Ninguno

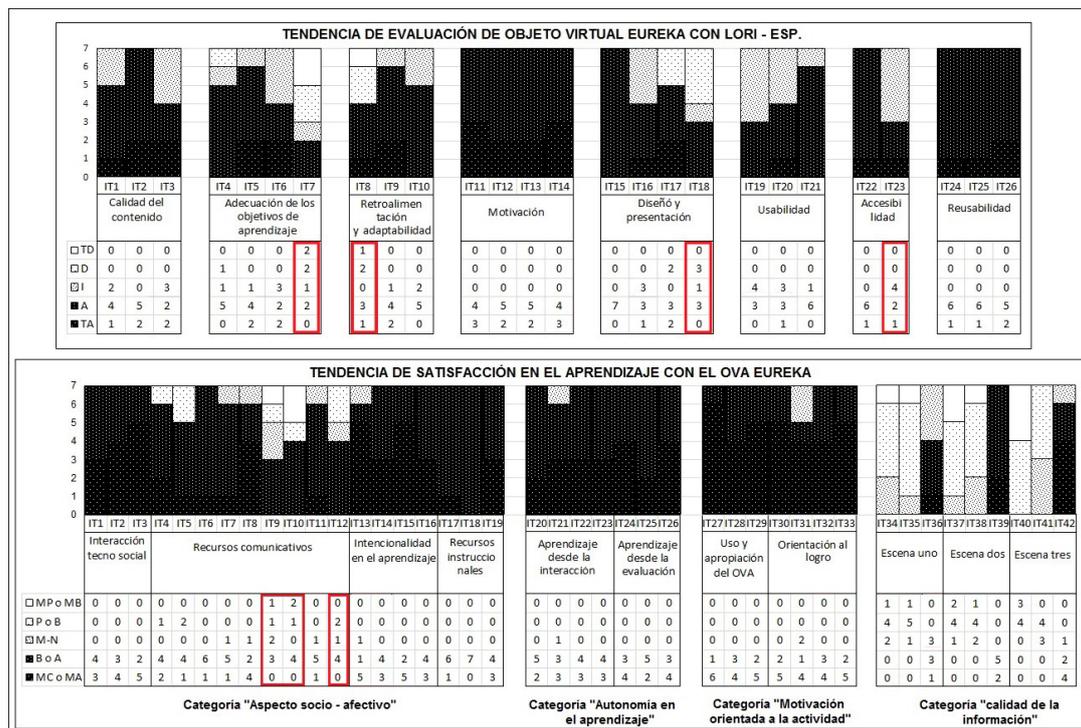
Fuente-. Elaboración propia

### Resultados y análisis

Los datos responden a los siguientes instrumentos: entrevista a docentes de ciencias naturales en evaluación LORI y satisfacción del OVA, entrevista al grupo de docentes de matemáticas en los parámetros de calidad y satisfacción del OVA, entrevista al grupo de docentes de diferentes disciplinas en efectividad en el aprendizaje y satisfacción del OVA y evaluación DOFA

#### Resultados de los docentes de Biología, Química y Física

Gráfico 2. Tendencia del grupo docente de Biología, Química y Física en evaluación LORI y satisfacción del OVA.



Fuente: Elaboración propia

Según gráfica 2, el OVA Eureka tuvo tendencias altas o favorables o positivas en la mayoría de las categorías del instrumento LORI (categorías: calidad del contenido, adecuación de los objetivos de aprendizaje, reusabilidad, autonomía en el aprendizaje y motivación). Sin embargo, hubo tres categorías (retroalimentación y adaptabilidad, diseño y presentación y accesibilidad) con tendencias aceptables hacia lo positivo. Mientras que en el instrumento de satisfacción prácticamente todas sus categorías presentan tendencias positivas. Para este grupo se establece que existe relación entre los dos instrumentos donde no se ven afectados las condiciones de diseño y de enseñanza en el OVA del contenido de densidad.

Es relevante decir que se identificaron indicadores con tendencias desfavorables o negativas (recuadros rojos en la gráfica 2). En el instrumento LORI, fueron: IT7 (el objeto de aprendizaje por sí mismo es suficiente para que el alumnado alcance los objetivos de aprendizaje) de la categoría

“adecuación de los objetivos de aprendizaje”, IT8 (el objeto de aprendizaje posee la virtud de adecuar las actividades en función de las necesidades específicas o las características de cada alumno) de la categoría “retroalimentación y adaptabilidad”, IT18 (el color, el sonido y diseño son estéticos y no interfieren con los objetivos de aprendizaje) de la categoría “diseño y presentación” e IT23 (se puede acceder al objeto de aprendizaje a través de dispositivos móviles) de la categoría “accesibilidad”. Y en el caso del instrumento satisfacción, las tendencias desfavorables o bajas en los indicadores de la subcategoría “recursos comunicativos”, IT9 (“qué tanto le gustó el señor agente que aparece en la primera escena”), IT10 (“qué tanto le gustó la voz del agente que se escucha en la primera escena”), e IT12 (“qué tanto le gustó la voz que se escucha en la tercera escena”) de la categoría aspectos socio-afectivos.

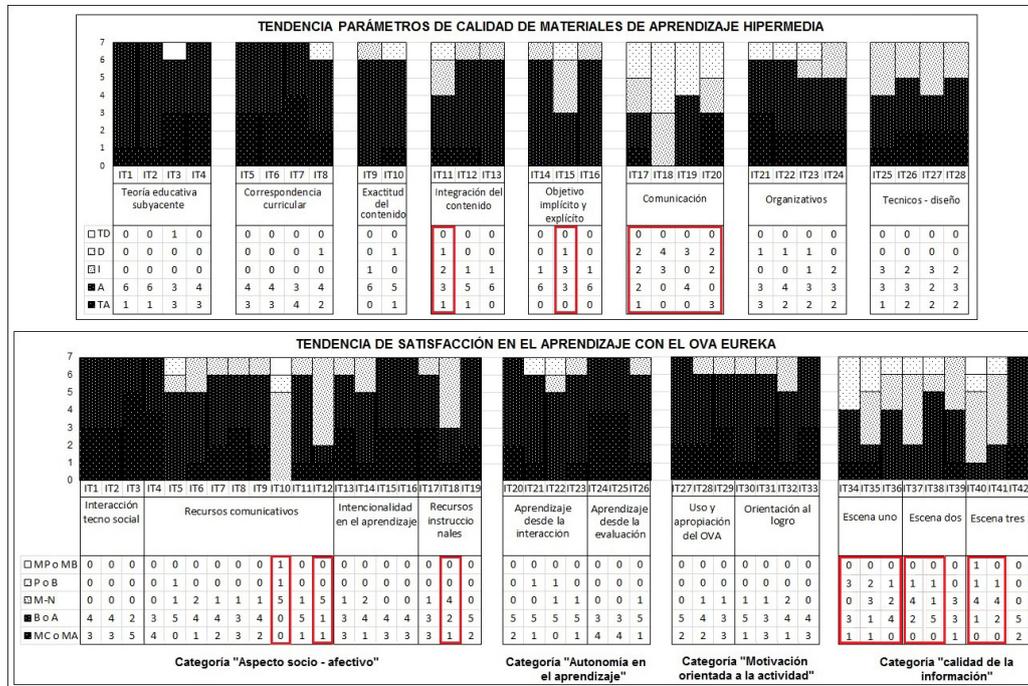
Lo anterior permite establecer una relación directa entre los dos instrumentos, ambas valoraciones de los instrumentos se refieren a los recursos de la Esc.1 del OVA. Esto conduce a que se rediseñe lo instrumental de los recursos multimediales (sonido e imagen y escena uno), sin afectar el componente didáctico, puesto que las tendencias positivas de los indicadores IT7 e IT8 se encuentran relacionadas con los indicadores positivos de la categoría calidad del contenido. De modo tal, que se mantiene la intención del aprendizaje (solucionar problemas de ciencia) y contribuir con la retroalimentación y adaptabilidad del conocimiento (desarrollar la competencia planteamiento de hipótesis) a través del uso del OVA Eureka.

En cuanto a la evaluación cualitativa que hacen los expertos en los cinco desempeños de la secuencia de actividades se determina que: el grado de esfuerzo personal, autonomía, interés y comprensión fueron altos, y el grado de dificultad personal fue de medio a bajo, confirmando así su aplicabilidad. Entonces, los datos indican que se beneficiará el aprendizaje de los estudiantes desde una línea didáctica propia de las ciencias experimentales. Esta línea involucra la epistemología de la ciencia, la resolución de problemas experimentales, así como la simulación expositiva–interactiva, pero no centrada en el aprendizaje individual.

De los datos obtenidos de las gráficas 3, se identificaron, en el segundo grupo, tendencias favorables o positivas en la mayoría de las categorías -“teoría educativa subyacente”, “correspondencia curricular”, “exactitud en el contenido”, “organizativos”, “técnico-diseño” (instrumento de parámetros de calidad), “autonomía en el aprendizaje” y “motivación orientada a la actividad” (instrumento de satisfacción)-. También, tendencias aceptables (pero hacia lo positivo), en las categorías “integración del contenido” y “objetivo implícito y explícito” (instrumento de parámetros de calidad), y aspectos socio-afectivos (instrumento de satisfacción). Por último, se reconoció una tendencia negativa en las categorías “comunicación” (instrumento de parámetros de calidad) y en “calidad de la información” (instrumento de satisfacción). Se debe tener en cuenta que los dos condicionantes del OVA (diseño y enseñanza del contenido de densidad) se encuentran afectados por la tendencia negativas o desfavorables (recuadros rojos de la gráfica 3).

## Resultados de los docentes de Matemáticas.

Gráfico 3. Tendencia del grupo docentes de matemáticas en parámetros de calidad de materiales y satisfacción del OVA.



Fuente: Elaboración propia

Según la gráfica 3, el instrumento parámetros de calidad registró tendencias desfavorables o bajas del OVA Eureka en los siguientes indicadores: IT11 (conocimientos previos para su uso) de la subcategoría integración del contenido, IT15 (son adecuadas las evaluaciones que presenta) de la subcategoría objetivo implícito y explícito. Y en la subcategoría comunicación IT17 (los tipos de mensajes –sonido e imágenes– son adecuados), IT18 (permite diferentes sentidos de navegación), IT19 (el sistema de navegación permite al usuario estar siempre orientado y tener control) e IT20 (el usuario puede navegar con facilidad dentro del sitio web).

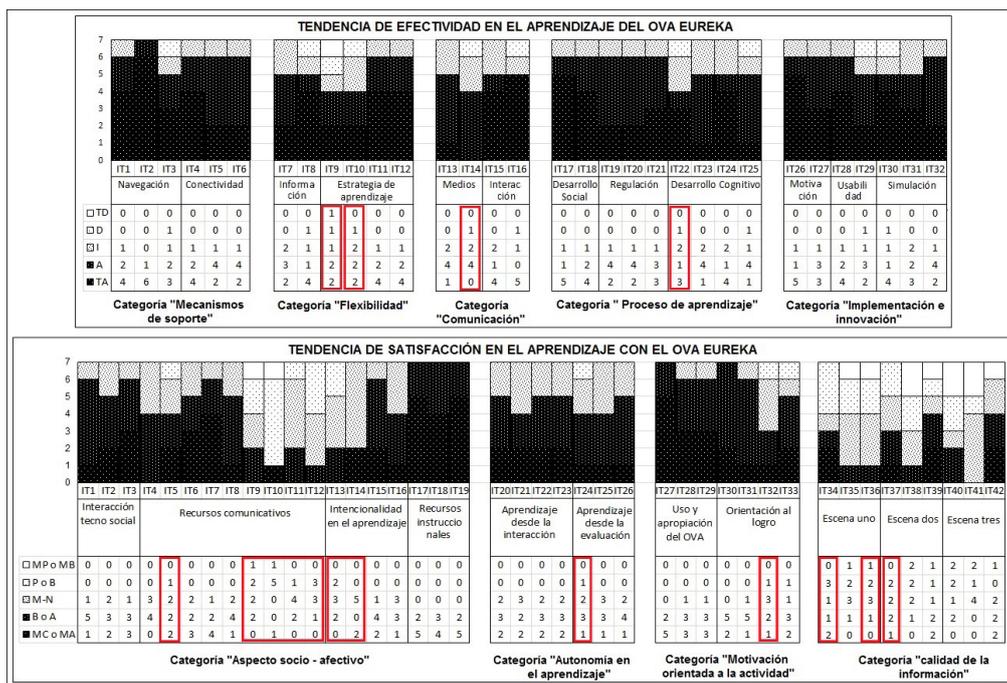
En el caso del instrumento dos, sobre satisfacción en el aprendizaje con el OVA Eureka, las tendencias desfavorables en los indicadores de la categoría “aspectos socio–afectivos” fueron los siguientes: IT10 (“qué tanto le gustó la voz del agente que se escucha en la primera escena”), e IT12 (“qué tanto le gustó la voz que se escucha en la tercera escena”) de la subcategoría recursos comunicativos, IT18 (“qué tanto le gustaron las instrucciones de interacción de la segunda escena”) de la subcategoría recursos instruccionales. Y en la categoría “calidad de la información” fueron: IT34 (dificultad de realizar la actividad uno –escena uno– con el OVA), IT35 (la dificultad para plantear la primera hipótesis de la primera simulación –escena uno–) e IT36 (la calidad de la información del OVA en la primera escena) de la subcategoría escena uno, IT37 (dificultad de realizar la actividad dos

con el OVA) e IT38 (la dificultad para plantear la segunda hipótesis de la historieta) de la subcategoría escena dos, IT40 (dificultad de realizar la actividad tres con el OVA) e IT41 (la dificultad para plantear la tercera hipótesis –escena tres–) de la subcategoría escena tres.

Al yuxtaponer los datos, existe relación entre los dos instrumentos. La concordancia cualitativa recae en las herramientas que se incorporan (sonido e imágenes) y la estructura de navegación (iconografía y metáfora), la cual limita el desarrollo de la actividad (confirmado por la baja calidad de la información en la escena uno) y el planteamiento de hipótesis, como lo demuestran todos los anteriores indicadores. Y en la evaluación cualitativa de los cinco desempeños de la secuencia de actividades, los profesores de este grupo indicaron que el grado de esfuerzo personal fue muy alto, el grado de autonomía, el grado de interés y el grado de comprensión fueron altos; en cambio, el grado de dificultad personal fue medio a alto, confirmando así su aplicabilidad, pero con rediseño tecnológico. Estos criterios expresados por el grupo de profesores de matemáticas develan la existencia de relación entre el componente tecnológico y el componente didáctico.

Resultados de los docentes de otras áreas.

Grafica 4. Tendencia del grupo docentes de otras áreas en efectividad en el aprendizaje y satisfacción del OVA



Fuente: Elaboración propia

Los criterios valorativos permitieron identificar, en el tercer grupo, las tendencias altas o favorables (gráficas 4) en las categorías “mecanismos de soporte”, “procesos de aprendizaje”, “implementación e innovación” (instrumento de efectividad), “autonomía en el aprendizaje” y “motivación orientada a la actividad” (instrumento de satisfacción). Además, con tendencias aceptables (pero hacia lo

positivo) en las categorías “flexibilidad” y “comunicación” (instrumento de efectividad), y “calidad de la información” (instrumento de satisfacción). Pero se evidencia en la categoría recursos socio-afectivos, la tendencia no favorable (de aceptable hacia negativo). Esto confirma la relación entre los dos instrumentos.

Según el instrumento de efectividad en el aprendizaje del OVA Eureka, las tendencias desfavorables o bajas de ciertos indicadores corresponden, en la categoría “flexibilidad”, a los indicadores IT9 (el objeto virtual de aprendizaje se adapta a su edad y el grado de conocimiento) e IT10 (el objeto virtual de aprendizaje ofrece ejercicios diferentes y graduados al ritmo de aprendizaje) de la subcategoría estrategia de aprendizaje. Mientras, en la categoría “comunicación”, el indicador fue IT14 (los medios de comunicación utilizados en el OVA son los adecuados y agradables para el aprendizaje) de la subcategoría medios. Y en la categoría “proceso de aprendizaje” fue el IT22 (el objeto virtual incluye ideas que usted conoce sobre densidad) de la subcategoría desarrollo cognitivo.

En el caso del instrumento satisfacción en el aprendizaje con el OVA Eureka, las tendencias desfavorables o bajas fueron, en los indicadores de la categoría “recursos socio-afectivos”, IT5 (“qué tanto le gustó la metáfora “teatro” del OVA”), IT9 (“qué tanto le gustó el señor agente que aparece en la primera escena”), IT10 (“qué tanto le gustó la voz del agente que se escucha en la primera escena”), IT11 (“qué tanto le gustó la imagen de la segunda escena”) e IT12 (“qué tanto le gustó la voz que se escucha en la tercera escena”) de la subcategoría recursos comunicativos. Además, el indicador IT13 (“qué tanto le gustó la simulación de interacción de la primera escena”) e IT14 (“qué tanto le gustó la simulación de interacción de la tercera escena”) de la subcategoría intencionalidad en el aprendizaje.

Mientras que en la categoría “autonomía en el aprendizaje” fue el IT24 (“qué tanto desarrolló la competencia plantear hipótesis en la primera escena”) de la subcategoría aprendizaje desde la evaluación. En la categoría “motivación orientada a la actividad” fue el IT32 (“me siento importante cuando utilizo el OVA para aprender sobre densidad”). Y en la categoría “calidad de la información” fueron el IT34 (dificultad de realizar la actividad uno con el OVA) e IT36 (la calidad de la información del OVA en la primera escena) de la subcategoría escena uno, e IT37 (dificultad de realizar la actividad dos con el OVA) de la subcategoría escena dos.

Estos resultados demuestran falencias con respecto a las herramientas empleadas (sonidos, agente e imágenes, incluida la metáfora) dificultando así el desarrollo de las actividades y el objetivo fundamental de plantear hipótesis en la escena uno –aunque la dificultad de la escena tres no fue alta, cabe decir que no fue agradable para el usuario la interacción–, además se puede afirmar que existe una ruptura entre los conocimientos previos con el desarrollo de la competencia y la ejercitación misma para el aprendizaje. Y en la evaluación cualitativa de los cinco desempeños sobre la secuencia de actividades, se indica que el grado de esfuerzo personal fue muy alto, el grado de autonomía y grado de comprensión fueron altos, y el grado de dificultad personal fue medio o aceptable. En conformidad con estas descripciones, se establece que la intervención de enseñanza con el OVA Eureka debe ser reestructurada en función de los conocimientos previos y particularidades idiosincráticas de cada estudiante, y re-diseñadas las escenas para mejorar la adaptabilidad del OVA.

## Evaluación DOFA

El grupo uno (ciencias naturales) consideró en el DOFA que las fortalezas fueron: reutilización, interactividad intencional, autonomía, desarrollo de competencias. Por tal motivo, las oportunidades que ofreció el OVA fueron: la simulación de la experimentación que beneficia especificar y alcanzar los objetivos de aprendizaje. Mientras que las debilidades luego de interacción respondieron más a la categoría de comunicación, recursos de medios (los íconos de pantalla no son lo suficientemente claros para facilitar su uso, la voz del agente no es agradable, ni llamativo, las instrucciones pasan muy rápido lo que dificulta su lectura y la metáfora no era acorde) y portabilidad, por lo tanto, genera amenazas en cuanto a la claridad en el contenido establecido, la motivación e independencia en el uso o interacción con el OVA.

El grupo dos, al realizar las actividades con el OVA, estableció en el DOFA que las fortalezas relevantes fueron la pertinencia, adaptabilidad, interactividad, reusabilidad y la dinámica de la estrategia de enseñanza y desarrollo del trabajo autónomo y colaborativo, el cual contribuye y ofrece oportunidades en la reconstrucción del conocimiento, además puede desarrollarse como actividad extraescolar, siendo una estrategia de aprendizaje significativo. Pero presentó debilidades en cuanto a los recursos (metáfora, imágenes y tamaño de la letra) pone en amenaza la etapa de pre-instrucción que, sin orientación del docente, pueda llevar a conclusiones divergentes.

El DOFA del grupo tres determinó como fortaleza (interacción con el OVA) el alto grado de usabilidad puesto que los aspectos positivos en coherencia, fácil uso, accesibilidad, interactividad y motivación, permitieron adquirir la competencia específica (plantear hipótesis) y la competencia genérica (trabajo en equipo). Por lo tanto, el atractivo yace en el desarrollo de las actividades con la mediación del docente, en ese sentido, la enseñanza con el OVA ofrece oportunidades para el trabajo grupal e individual en la construcción del conocimiento, posibilita adecuación a la población objeto, y la interacción entre estudiante-docente y estudiante-estudiantes. Mientras debilidades puntuales como la dependencia de conectividad a la red, recursos de comunicación o medios (algunos comandos no son intuitivos para la ejecución, baja calidad de imágenes y audio, falta de ayudas como la calculadora) y navegación lineal pueden ser obstáculos para usarlo en la práctica de enseñanza. Como así también, las amenazas identificadas (elementos distractores y necesidad de conocimientos previos sobre fórmulas matemáticas) afectan el diseño didáctico del OVA y los tiempos programados para la ejecución de las actividades.

## Discusiones

Si bien Harrari (2015) afirma, en su entrevista, que “las personas actuales están perdiendo la habilidad de prestar atención a lo que se percibe presencialmente, a lo inmediato, gracias al proceso que se vive de conectividad e interactividad con las TIC”, esto no quiere decir que el uso de la tecnología sea más atrayente o interesante ante una actividad. Los resultados obtenidos, en especial con el grupo 3 o no experto, no colocan la novedad del instrumento por encima del acto didáctico como el de aprender. Sin embargo, no se niega, desde la enseñanza y aprendizaje de las TIC, que el diseño tecnológico genera obstáculos para los estudiantes que desembocarían en aprendizaje superficial y menor involucramiento con la tarea o actividad. En este sentido, se determina que la

interacción de usuario–artefactos–usuarios, mediada por la actividad, depende de las relaciones entre la usabilidad (efectividad y satisfacción), calidad de los materiales y el diseño tecnológico del OVA.

Aunque se demuestra la importancia de los instrumentos de evaluación en el OVA Eureka, como lo establece Otamendi, et ál., (2003), para delimitar las características, no sólo del diseño del artefacto dentro de un componente tecnológico sino de la enseñanza (componte didáctico), es de suma importancia resaltar que la secuencia de actividades y el OVA estuvieron acordes con los usuarios a los que fueron dirigidos (Fernández, Domínguez & Armas 2011). Esto permitió que sean replicados, como también lo evidencia el proyecto de conectividad e interactividad (Afanador, 2012).

Hipotéticamente, se establece que la evaluación del OVA requiere del carácter subjetivo de los usuarios (Grau, 2000), de modo tal que la percepción de los usuarios (grupos) permite generar concordancias y diferencias entre las subjetividades para determinar la calidad del contenido como producto del aprendizaje luego de la interconexión e interacción con el OVA Eureka. Esto implica afirmar, según datos, que existe una relación directa entre el proceso de eficiencia (eficacia y eficiencia en el aprendizaje adquirido) y nivel de satisfacción (Ossandón & Castillo, 2006).

Además, la evaluación demostró, desde la usabilidad, que al aumentar la tendencia de satisfacción, el nivel de impacto repercute en el nivel de uso y apropiación del artefacto (distanciándonos del utilitarismo y del activismo), teniendo en cuenta que esta relación responde, exclusivamente, a un contexto determinado o al conjunto de particularidades de los usuarios (estilo de aprendizaje, intereses y necesidades, comprensión del conocimiento científico, conformación de red, etc.) como lo establece Velásquez, et al. (2006). Pero el grado de satisfacción depende a su vez de la flexibilidad como nuevo parámetro de la interacción comunicativa (Rodríguez, 2004). Esto se debe a la relación entre “*arte factus virtus eruditionis*” y los sujetos que se interconectan (sujeto–información–artefacto–sujetos), lo cual complejiza la dinámicas internas y externas de interacción<sup>5</sup>.

Desde la perspectiva de Dam (1995), es importante que el usuario tome la iniciativa en función de sus necesidades e intereses propios para que éste adquiera independencia en su aprendizaje (Paulus, 2006). Por tal motivo, la interacción del usuario (que involucra las TIC) debe ser gradual o progresivo ante la actividad. Jonassen, Hernández y Choi (2000) aseguran que la actividad debe construirse desde lo relevante y con cierta complejidad en aumento para que el interés del estudiante se mantenga. Si la actividad no llena las expectativas del usuario (docente o estudiante), inclusive las del administrador, disminuye la motivación y la interacción perjudicando así la independencia en el aprendizaje (autonomía) y, en el caso del docente, implicaría un obstáculo a la enseñanza. Pero según Leontiev (1987) un usuario en una misma actividad no necesariamente expresa de inmediato la independencia o la frustración en la actividad.

---

5 Cuanto mayor sea la flexibilidad, más complejas serán las interacciones, por ende, mayor es el grado de comunicación entre el profesor y el estudiante (Afanador, 2012), producto de la adaptabilidad del usuario (ambos sujetos), el cual se ve reflejado en cada una de las categorías de usabilidad (instrumentos empleados de evaluación: LORI, parámetros de calidad de materiales, efectividad en el aprendizaje y satisfacción en el aprendizaje) en las que se evaluó el OVA.

## Conclusiones

Es claro que la metodología empleada en la evaluación del OVA, a partir de cuatro instrumentos diferentes, permite pensar el rediseño tanto del artefacto como de la estrategia didáctica, puesto que la usabilidad ha de responder a una legibilidad digital que, para Rodríguez (2004), es la redefinición dinámica del sentido que tiene la interconexión y la interacción (artefacto-usuarios) requerida para la existencia de una identidad de aprendizaje (Gutiérrez, 2012). Entonces es importante en esta evaluación, reconocer la flexibilidad, ya que es el aspecto fundamental para que haya interacción entre usuario–artefacto–usuarios frente al intercambio de información. Además, provee a cada uno de los actores, en ambos sentidos, adaptabilidad en el ritmo de aprendizaje y en la eficiencia y satisfacción del aprendizaje (Afanador, 2012), convirtiéndose en la variable que determina la calidad y el potencial del OVA para la estrategia de enseñanza, como se demostró con esta clase de evaluación en cada una de sus categorías y la comparación cruzada entre instrumentos.

Es importante resaltar, en la evaluación del OVA Eureka, la realización de los tres procesos de organización por parte del usuario desde la perspectiva del conectivismo. En el caso del proceso de auto-organización (acción del sujeto), fue notorio que el usuario determinó su propia interconexión e interacción (sujeto–artefacto), luego siguió con el proceso de co-organización (interacción sujeto–sujetos), es decir, el usuario interacciona con otros usuarios siendo el artefacto el mediador de la interconexión y la información mediadora de la interacción. Y finalizó con el proceso de re-organización, donde se asumen roles y formación de grupos de trabajo (principio de red), se afianza la interconexión y se crea nueva interacción (nodo). Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, se indica que el desarrollo de los tres procesos de organización fueron condiciones ideales para una evaluación del OVA más objetiva, en cuanto a la calidad y las posibilidades de ejecución con otros grupos.

La evaluación del OVA Eureka, describe en las fortalezas la creación de condiciones necesarias para relacionar los conocimientos previos de los estudiantes con el concepto y las competencias a adquirir, al igual que la estrategia de enseñanza, respondiendo así a un enfoque contemporáneo (conectividad e interactividad). Pero, para potencializar dicha fortaleza y hacer uso de las oportunidades, es importante tener en cuenta los talentos y características de los estudiantes, además de revisar el contexto (económico y digital) en el que se desarrolla cada uno. Para reducir a un mínimo la debilidad más relevante (recursos comunicativos o medios comunicativos) y evitar la amenaza identificada (claridad en el contenido y dependencia instruccional), es recomendable realizar una mejor planificación en el diseño tecnológico con relación a una navegación más eficaz con periodos de tiempo en la transición de la simulación.

Al mejorar el diseño (resolución de pantalla, modificación de audio, reprogramación de los comandos de ejecución e hipervínculos que conduzcan a otros medios o información), se supera la debilidad más relevante (comunicación) y además, es una manera oportuna de hacer más fuerte la planeación (objetivos de enseñanza y aprendizaje, procesos propios de aprendizaje y procesos de interacción). Esto permitirá que la acción re-creadora (¿cómo se propone una nueva práctica?) sea un proceso evaluativo y reflexivo dentro de la misma enseñanza (conocimiento didáctico), el cual involucra el conocimiento tecnológico.

## Referencias Bibliográficas

- AFANADOR, H. (2012). Usabilidad de los objetos virtuales para la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos de química en grado décimo. Ponencia en III Congreso Internacional y VIII Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación docente. Eje 5 Mediaciones con tecnología, 2439 – 2453. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/112649827/Memorias-III-Cong-Inv-Ed-y-Pedag-2012>
- AFANADOR, H. (2013). Diagnóstico sobre el uso y apropiación de TIC en docentes de la Secretaría de Educación Distrital. XIV Encuentro Internacional Virtual Educa. Categoría o Eje: Formación inicial, continua y desarrollo de competencias docentes TIC. Código VE13.102. Recuperado de: <http://www.virtualeduca.info/ponencias2013/verponencias.php>
- AFANADOR, H. (2014). Diseño de objeto virtual de aprendizaje. Revista de investigación Silogismos, 14 (1). Recuperado de <http://cide.edu.co/ojs/index.php/silogismo/article/view/177>
- AFANADOR, H. Y JIMÉNEZ, A. (2015). Objeto Virtual de Aprendizaje para la enseñanza y aprendizaje del contenido de división en los grados tercero de primaria del Colegio José María Carbonell IED. Publicaciones Red academia.edu. Recuperado de: [http://www.academia.edu/24308220/OVA\\_en\\_matem%C3%A1ticas\\_de\\_primaria](http://www.academia.edu/24308220/OVA_en_matem%C3%A1ticas_de_primaria)
- AFANADOR H. Y PINEDA, C. (2016). Evaluación del OVA “concepto de célula y reproducción celular”. Revista Horizontes Pedagógicos, 18(1). Recuperado de: <http://revistas.iberamericana.edu.co>
- BADIA, A. (2006). Ayuda al aprendizaje con tecnología en la educación superior. Revista de Universidad y sociedad del Conocimiento, 3(2), 1 – 5.
- BEVAN, N. (1995). Measuring usability as quality of use. Journal of Software Quality, 4, 115 – 130.
- BRONCANO (2008). Ciencia y tecnología: cuestiones filosóficas. ArtefaCToS, 1(1), 18 – 32.
- CABALLER (1994). Resolución de Problemas y Aprendizaje de la Geología. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 2(3), 393 – 397.
- COLE, M. (2003). Psicología cultural: una disciplina del pasado y del futuro. Madrid, España: Ediciones Morata.
- DAM, L. (1995). Learner Autonomy 3: From theory to classroom practice. Dublin, Irlanda: Authentik.
- DÍAZ, ALARCÓN Y CALLEJAS (2013). Criterios para la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje. Revista ventana informática, 29, 29 – 44.
- DOWNES, S. (2004). Beyond Learning Objects. Stephen’s web. Recuperado de: <http://www.downes.ca/threads.htm>
- EXPÓSITO, L. Y MANZANO, B. (2013). Escuela TIC 2.0: Aprendizaje del alumnado de primaria en contextos educativos y socio familiares. Edutec: Revista electrónica de tecnología educativa, 45, 1 – 11. Recuperado de: [http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec45/pdf/Edutec-e\\_n45-Exposito-Manzano.pdf](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec45/pdf/Edutec-e_n45-Exposito-Manzano.pdf)
- FERNÁNDEZ, A., DOMÍNGUEZ, E., Y ARMAS, D. (2011). Herramienta para la revisión de la Calidad de Objetos de Aprendizaje Universitarios (CODA): guía del usuario. v. 1.1.
- GAGLIARDI (1988), GAGLIARDI (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las ciencias, 6 (3), 291 – 296.

- GUTIÉRREZ, C. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas, y posibles limitaciones. *Revista Electrónica Educación Tecnología*, 1, 111 – 122.
- GRAU, X. (2000). Principios Básicos de Usabilidad para Ingenieros Software. In JISBD, 39 - 46.
- HARRARI, Y. (2015). Entrevista en CNN Mexico, Presenta Andres Oppenheimer, via Skype 1 de abril de 2015, 12:27 pm, hora colombiana.
- IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers (1990). *Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. New York.
- IZQUIERDO, M., Y CHAMIZO, J. (2005). Toulmin's concepts and problem characterization in chemistry and chemistry teaching. 8th International History and Philosophy of Science Teaching Group International Conference.
- JONASSEN, D., HERNÁNDEZ J., Y CHOI, I. (2000). Integrating constructivism and learning technologies. In M. J. Spector, & T. A. Anderson, *Integrated Holistic Perspectives in Learning Instruction and Technology: Understanding Complexity* (103-128). New York, USA: Kluwer Academic Publishers.
- LAWLER (2008). Una incursión ontológica al mundo de los productos de la acción técnica. *ArtefaCToS*, 1 (1), 4 – 17.
- LEONTIEV, A.N. (1978). *Activity, consciousness and personality*. New Jersey, USA: Prentice-Hall.
- MARTÍ, E. (1991). Aprender matemáticas con ordenadores. *Revista Comunicación, Lenguaje y Comunicación*, 11 (12), 63 - 67. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=126223>
- MATTHEWS (1991). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12, (2), 255 – 277.
- OSSANDÓN, Y. Y CASTILLO, P. (2006). Propuesta para el diseño de objetos de aprendizaje. *Revista de la Facultad de Ingeniería-Universidad de Tarapacá*, 14 (1), 36 – 48.
- OTAMENDI, A., BELFER, K., NESBIT, J., LEACOCK, T., & ÁLVAREZ, J. (2003). Instrumento para la evaluación de objetos de aprendizaje (LORI \_ ESP) Manual de usuario, 1–12.
- PAULUS, T. (2005). Collaboration or cooperation? Analyzing small group interactions in educational environments . En T. S. Roberts, *Computer-Supported Collaborative Learning in Higher Education*. Hershey, USA: Idea Group Publishing.
- REIMONDO, A. F. (2000). Tecnología de objetos? Publicaciones Smalltalking Un emprendimiento para el estudio de Ambientes de Objetos Virtuales. Material de lectura “para aprender objetos”. Recuperado de: <http://www.smalltalking.net/>
- RODRÍGUEZ, J. (2004). El hipermedia narrativo: un modelo de interactividad digital, 155 – 175. Editores académicos: Pereira, G. & Villadiego, P. Bogotá, Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- SANMARTÍ (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid, España: Editorial Síntesis S. A.
- SIEMENS, G. (2004). *Connectivism: Learning Theory for the Digital Age*. E – Learn Space. Recuperado de: [http://www.ingedewaard.net/papers/connectivism/2005\\_siemens\\_ALearningTheoryForTheDigitalAge.pdf](http://www.ingedewaard.net/papers/connectivism/2005_siemens_ALearningTheoryForTheDigitalAge.pdf)

y <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>

SIEMENS, G. (2007). Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. Traducción de Leal-Fonseca, D. Recuperado de: <http://www.fce.ues.edu.sv/uploads/pdf/siemens-2004-conectivismo.pdf>

TAMEZ, M. (2014). MOOC, Reporte Edu Trends 2014. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 1 – 22.

VELÁZQUEZ, C., MUÑOZ, J., ÁLVAREZ, F, Y GARZA, L. (2006). La determinación de la calidad de objetos de aprendizaje. Avances en la ciencia de la computación, 346 – 351.

WADE, M. (2012). A Critique of Connectivism as a Learning Theory. En Cybergogue (blog). Recuperado en: <http://cybergogue.blogspot.mx/2012/05/critique-of-connectivism-as-learning.html>

WILEY, D. (2006). Objeto de aprendizaje, David Wiley y la muerte de los objetos de aprendizaje. Octeto 2.0. Canal digital de Tecnología Educativa de la Universitat Jaume I de Castelló.