



OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Un Caso de Aplicación

Virtual Learning Objects in the Teaching of Physics: A Case of Applying

VICTOR DANIEL GIL VERA

Universidad Católica Luis Amigó, Colombia

KEY WORDS

*Exact and Natural Sciences
Physics
Artificial intelligence
Virtual Learning Objects
Pedagogy*

ABSTRACT

Virtual Learning Objects (VLO) as a branch of artificial intelligence applied seek to emulate a human teacher both in its know how in their pedagogical and communicative skills. These allow interact with the knowledge at any time and place only to have a mobile or desk device (laptop, smartphone, tablet, Ipad, etc.) without the need to go in person to master classes. The objective of this paper is to present a VLO for the teaching of physics mechanics, specifically is oriented at university students of first semesters and vocational education. The VLO contains the main themes dictated in a mechanics physics course: kinematic, rectilinear and circular movement, work, strength and energy. This paper concludes that, the VLO have the ability to transform the traditional process of teaching and learning and turn it into an agile, flexible and didactic process, facilitating the understanding and the acquisition of new knowledge.

PALABRAS CLAVE

*Ciencias exactas y naturales
Física
Inteligencia artificial
Objetos virtuales de aprendizaje
Pedagogía*

RESUMEN

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) como rama de la inteligencia artificial aplicada buscan emular a un docente humano tanto en su saber cómo en sus habilidades pedagógicas y comunicativas. Estos permiten interactuar con el conocimiento en cualquier momento y lugar únicamente con tener un dispositivo móvil o de escritorio (laptop, smartphone, tablet, Ipad, etc.) sin necesidad de acudir presencialmente a clases magistrales. Este trabajo tiene como objetivo presentar un OVA para la enseñanza de la física mecánica, específicamente está enfocado a estudiantes universitarios de primeros semestres y de media vocacional. El OVA contiene las principales temáticas dictadas en un curso de física mecánica: cinemática, movimiento rectilíneo, circular, trabajo, fuerza y energía. Se concluye que los OVA tienen la habilidad de transformar el proceso de tradicional de enseñanza aprendizaje y convertirlo en un proceso ágil, flexible y didáctico, facilitando la comprensión y la adquisición de nuevo conocimiento.

Introducción

EN la mayoría de universidades de América latina la enseñanza de la física se ha convertido en una tarea compleja debido a la falta de familiaridad que tienen los estudiantes con los conceptos y teorías en las que se fundamenta. Sumado a esto, la implementación de estrategias pedagógicas y didácticas inadecuadas por parte de los docentes genera poca motivación en los estudiantes, situación que se ve reflejada en las bajas calificaciones obtenidas por los mismos y en las altas tasas de mortalidad académica y deserción estudiantil. Actualmente, la cantidad de estudiantes que optan por estudiar programas de física pura en universidades de América latina es considerablemente bajo si se hace un comparativo con universidades europeas, americanas o asiáticas (Areppim, 2017).

Este trabajo tiene como objetivo presentar el objeto virtual de aprendizaje (OVA) "*Physique Virtuel*" para la enseñanza de la física. Los OVA permiten emular las capacidades de los docentes humanos, tanto en su conocimiento como en sus habilidades para transmitirlo. El OVA desarrollado puede ser descargado y utilizado de manera gratuita desde un ordenador o dispositivo móvil con sistema operativo Android o iOS que tenga acceso a internet. "*Physique Virtuel*", reúne las principales temáticas dictadas en un curso de física mecánica; cinemática, velocidad relativa, movimiento parabólico, dinámica, poleas y trabajo y energía.

Para la construcción del OVA en primer lugar se identificaron las principales temáticas dictadas en cursos de física en programas de ingeniería y afines. Posteriormente se construyeron los módulos de: conocimiento, alumno, pedagógico y didáctico, por último, se construyó la interfaz. Para la construcción del OVA se empleó el software de código fuente abierto, XOT, desarrollado por la Universidad de Nottingham, el cual permite construir recursos educativos interactivos y contenidos *e-learning*.

Se concluye que, los recursos interactivos incrementan la motivación y el interés por aprender de los estudiantes, específicamente los OVA permiten evolucionar el proceso tradicional de enseñanza aprendizaje, ya que se le da más libertad al estudiante de acceder al conocimiento en el momento y lugar que desee, sin tener que estar presencialmente en un aula de clase o tener que interactuar directamente con un docente o tutor humano.

Objetos virtuales de aprendizaje

Los OVA son fragmentos discretos de materiales o actividades de aprendizaje reutilizables que pueden articularse con otros objetos de aprendizaje para crear un entorno de aprendizaje (Koppi, Bogle, & Bogle, 2005). La reutilización es un atributo común de los OVA (DA Wiley, 2003). Otra característica de estos es que son re-contextualizables, lo que significa que pueden ser utilizados en diferentes contextos según lo determine el docente y/o el alumno (Hodgins, 2002). Los OVA también pueden ser entendidos como entidades digitales, auto contenidas y reutilizables con un contenido claramente instructivo, que contiene al menos tres componentes internos y editables: contenido, actividades de aprendizaje y elementos de contexto (Chiappe Laverde, Segovia Cifuentes, & Rincón Rodríguez, 2007). En resumen, los OVA son unidades de contenido autónomas que tienen un propósito instructivo y puede reutilizarse en diferentes plataformas sin restricciones ni problemas de compatibilidad (López, de la Prieta, Ogihara, & Wong, 2012).

Los OVA están conformados por los siguientes componentes o módulos: conocimiento, alumno, pedagógico y didáctico. El módulo de conocimiento o base de conocimiento (BC), almacena todo el repositorio de información; teorías y conceptos. El módulo del alumno identifica el estado cognitivo del estudiante, es decir, lo que sabe y lo que no, y a partir de esto adapta las preguntas y actividades que se le presentarán, es decir, modela el estado mental del estudiante y su proceso evolutivo. El módulo pedagógico almacena los mecanismos de resolución de problemas y es el responsable de adaptar el módulo didáctico según la información recopilada en el módulo del alumno. El módulo didáctico cumple la función de docente y es el responsable de decidir el tipo de tareas que se le presentan al estudiante. Además, es el responsable de la activación de la interfaz, que es el medio a través del cual se presenta el OVA al estudiante. Este módulo almacena las decisiones del docente (Gil & Awad, 2015). La interfaz almacena todos los recursos multimedia; imágenes, sonidos, animaciones, videos, los cuales hacen más atractivo su uso por parte de los estudiantes. Según Wiley (2002), existen cinco tipos de objetos de aprendizaje (OVA): fundamental, combinado - cerrado, combinado - abierto, generativo presencial, generativo instruccional. La Tabla 1, presenta las principales características de cada uno:

Tabla 1. Tipos de Objetos Virtuales de Aprendizaje

Característica	Fundamental	Combinado Cerrado	Combinado Abierto	Generativo Presencial	Generativo Instruccional
Nº de elementos combinados	Uno	Algunos	Muchos	Algunos Muchos	Algunos Muchos
Tipo de elementos contenidos	Individual	Individual Combinado cerrado	Todo	Individual Combinado cerrado	Individual Combinado cerrado Presentación generativa
Componentes Reutilizables	No Aplica	No	Sí	Si/No	Si/No
Funciones comunes	Exhibida	Pre-diseñada	Pre-diseñada	Exhibida	Generada por el computador
Dependencia	No	No	Sí	Si/No	Sí
Lógica	No Aplica	Ninguna	Ninguna	Dominio específico	Estrategias de evaluación
Reutilización inter - contextual	Alto	Medio	Bajo	Medio	Alto
Reutilización intra - contextual	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto

Fuente(s): elaboración del autor adaptado de (David Wiley, 2002)

OVA para la enseñanza de la física: trabajos relacionados

En la revisión del estado del arte se encontró que los OVA son de gran utilidad en la enseñanza de las ciencias de la salud y en las ciencias exactas y naturales: medicina, enfermería, matemáticas, estadística, química y biología. La Tabla 1, presenta algunas aplicaciones web enfocadas a la enseñanza de la física:

Tabla 2. Aplicaciones relacionadas

Nombre	Desarrollador
Complete Physics	ToscanyTech
Physics Notes	iStudentWorld
Physics O-Level	Lightnotes
Basic Physics	Appsoft Infotech
Física	MAPdroid
Physics	Wolfram Group
Mobile Physics	Mobiscreen
Física APplicada	Lysergeek Dev

Fuente(s): elaboración del Autor.

La mayoría de estas aplicaciones no son de libre acceso, contienen recursos interactivos limitados y se centran únicamente en presentar conceptos y teorías en texto plano, lo que hace poco atractivo su uso.

Metodología

En primer lugar, se identificaron las principales temáticas dictadas en cursos de física mecánica en programas de ingeniería; de la búsqueda se seleccionaron las temáticas comunes las cuales fueron: magnitudes y dimensiones, vectores,

cinemática, movimiento parabólico, dinámica, poleas y trabajo y energía. Posteriormente se procedió con la construcción de la base de conocimiento (BC), la cual reúne todo el contenido temático que se presentará al estudiante. El módulo del alumno fue construido considerando los estilos de aprendizaje de los estudiantes, para ello se empleó el "Index of Learning Styles Questionnaire" desarrollado por "North Carolina State University". También se consideraron las calificaciones obtenidas por los mismos en cursos de matemáticas básicas y operativas, ya que por lo general los estudiantes que tienen dificultades con esta asignatura también presentan problemas en la asignatura de física mecánica. En la construcción del módulo pedagógico se definieron las reglas de inferencia que fundamentan los mecanismos de resolución de problemas. El módulo pedagógico fue construido considerando el nivel que tienen los estudiantes, el cual varía dependiendo de la información almacenada en el módulo del alumno. Finalmente, la interfaz fue construida con recursos multimedia y actividades interactivas que hacen más fácil y divertido el proceso de aprendizaje.

Caso de aplicación

Los requisitos de uso de "Physique Virtuel" son: tener una versión de Adobe Flash Player 12.0 o superior, contar con un dispositivo móvil con sistema operativo Android / iOS y un navegador web (Google Chrome /Mozilla Firefox/Internet Explorer/Opera). El OVA funciona para los sistemas operativos Windows y Linux. La Tabla 1, presenta los tópicos o unidades temáticas del OVA:

Tabla 3. Contenido

	Temáticas
Unidad 1	Magnitudes y dimensiones
Unidad 2	Vectores
Unidad 3	Cinemática (movimiento rectilíneo, plano, relativo, coordenadas cartesianas)
Unidad 4	Leyes de Newton y aplicaciones (tipos de fuerzas, fricción)
Unidad 5	Trabajo y energía
Unidad 6	Momentum (masa y centro de masa, masa, densidad, colisiones)
Unidad 7	Equilibrio de cuerpo rígidos (torque, sistemas de fuerzas,
Total	7

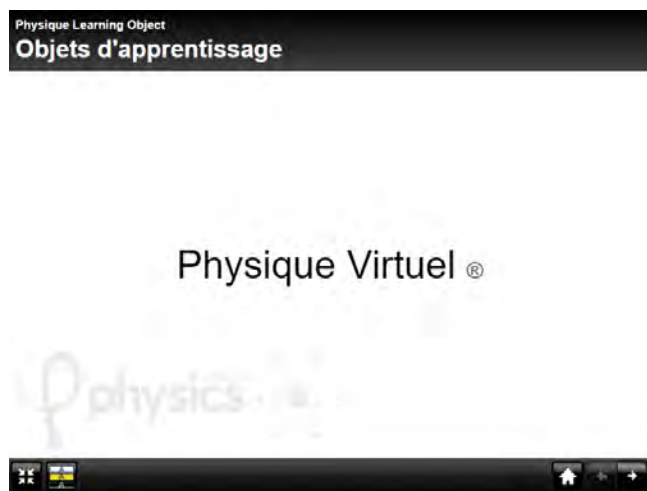
Fuente(s): elaboración del autor

Para acceder a “Physique Virtuel”, se debe descargar el contenido del siguiente enlace y ejecutar el archivo index.htm:

https://www.dropbox.com/s/bzcdx8rki2v5z0o/Physique_Virtuel.zip?dl=0

Una vez ejecutado el archivo index.htm “Physique Virtuel” presenta una serie de preguntas que tienen como finalidad conocer el estado cognitivo del alumno (fortalezas y debilidades de conocimiento y estilos de aprendizaje). A partir de ello el OVA adapta automáticamente los contenidos y actividades para que posteriormente el usuario seleccione la temática y la unidad que desee conocer. Dependiendo del área seleccionada, presenta el contenido temático y las actividades que buscan evaluar la adquisición y dominio de la teoría por parte del estudiante. La Figura 1, presenta la interfaz inicial del OVA:

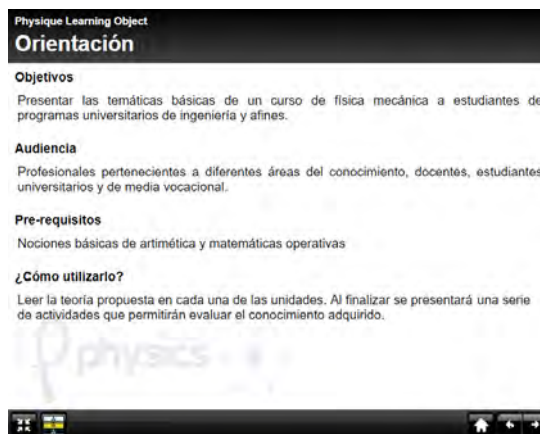
Figura 1. Interfaz Inicial



Fuente(s): elaboración del autor.

La Figura 2 presenta la segunda interfaz del OVA, en la cual se presentan los objetivos, audiencia, pre-requisitos y cómo utilizarlo.

Figura 2. Orientación.



Fuente(s): elaboración del autor.

La Figura 3 presenta las unidades temáticas de “Physique Virtuel”.

Figura 3. Unidades.



Fuente(s): elaboración del autor.

La Figura 4 presenta la Actividad 1 perteneciente a la Unidad 3. Cinemática:

Figura 4. Actividad 1.



Fuente(s): elaboración del autor.

En la Figura 5 presenta la actividad 2 correspondiente a la Unidad 3.

Figura 5. Actividad 2.



Fuente(s): elaboración del autor.

Los diferentes tipos de actividades que se presentan en el OVA son:

- *Diagramas interactivos*: el usuario interactúa con diagramas interactivos previamente rotulados.
- *Categorías*: el usuario ordena elementos en una serie de categorías preestablecidas.
- *Dialogos*: el usuario interactúa en un diálogo con el sistema tutoriado inteligente a través de preguntas automatizadas y preestablecidas.
- *Arrastrar y ubicar etiquetas*: el usuario arrastra etiquetas y las ubica en el espacio correspondiente.
- *Completación*: el usuario completa manualmente el texto de un párrafo incompleto.
- *Imágenes interactivas*: el usuario selecciona un punto específico de una imagen para conocer su explicación en detalle.
- *Apareamiento textual*: el usuario hace coincidir imágenes con fragmentos de texto.
- *Quiz*: el usuario presenta una evaluación que comprende una serie de preguntas de única o múltiple respuesta.
- *Preguntas de estimulación*: el sistema tutoriado inteligente presenta al usuario una pregunta la cual debe ser respondida por el mismo. Posteriormente el sistema tutoriado inteligente presenta la retroalimentación respectiva.
- *Líneas de tiempo*: el usuario crea líneas de tiempo interactivas.

Una vez finalizadas las actividades de cada una de las unidades el usuario presenta un Quiz, el cual se evalúa en una escala de 0 a 100. La Tabla 2 presenta la escala de valoración:

Tabla 4. Escalas de valoración

Rango	Valoración
[0 - 20)	Deficiente
[20 - 40)	Insuficiente
[40 - 60)	Aceptable
[60 - 80)	Sobresaliente
[80 - 100)	Excelente

Fuente(s): Elaboración del autor.

Discusión y Validación

Para la validación del “*Physique Virtuel*”, se realizó un test a 50 estudiantes del curso de física mecánica en el “*Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid*” en la ciudad de Medellín, Colombia acerca de movimiento rectilíneo uniforme y acelerado. Se emplearon dos grupos, cada uno con 25 estudiantes. Los estudiantes del grupo A utilizaron “*Physique Virtuel*” en sus ordenadores y dispositivos móviles, los estudiantes del grupo únicamente recibieron clases magistrales. La prueba contenía cinco preguntas y tenía 140 minutos de duración. Las calificaciones obtenidas fueron valoradas en una escala de 0.0 a 5.0. La Tabla 3, presenta las principales medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar) de cada grupo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Tabla 5. Estadísticos descriptivos

Grupo A		Grupo B	
Media	4.2	Media	3.7
Error típico	0.08	Error típico	0.13
Mediana	4.1	Mediana	3.8
Moda	3.9	Moda	3.4
Desviación estándar	0.49	Desviación estándar	0.55
Varianza	0.24	Varianza	0.3
Rango	2.3	Rango	2.5
Min	2.5	Min	1.8
Max	4.8	Max	4.3

$$\bar{X}_A = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 4,16 \text{Fuente(s): elaboración del}$$

$$\text{autor } S_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 3,66$$

$$\bar{X}_B = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 0.54$$

$$S_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.7$$

Los estudiantes de grupo A tuvieron mejores resultados que los del grupo B ($XA > XB$). Las calificaciones de los estudiantes del grupo B tuvieron mayor dispersión ($SA < SB$). Una vez culminada la prueba se realizó una encuesta de satisfacción a los 25 estudiantes que utilizaron "Physique Virtuel", y al docente de la asignatura que realizó la prueba (Anexo 1). La mayoría de los estudiantes encuestados manifestaron que podían estudiar con facilidad desde sus celulares y dispositivos móviles sin tener que ir presencialmente donde el docente del curso, ya que el OVA les brindaba retroalimentaciones que les permitía identificar sus errores. También manifestaron agrado por las actividades y recursos interactivos.

El docente de la asignatura manifestó que los estudiantes se veían más atraídos y motivados a utilizar "Physique Virtuel", que recibiendo una clase magistral. La integración del ITS con dispositivos móviles les permitió a los estudiantes familiarizarse más fácilmente con la temática evaluada, lo que permitió romper con el sistema tradicional de enseñanza. Sin embargo, a algunos estudiantes se les hizo difícil adoptar el ITS y solicitaron asesoría personalizada.

Conclusiones

El bajo rendimiento académico que se presenta en los cursos de física (mecánica, electricidad y magnetismo, ondas y óptica) en universidades de América Latina, permite ver que no se están implementando estrategias pedagógicas y didácticas adecuadas que permitan a los estudiantes

entender con facilidad y apropiarse de los conceptos y teorías. El alto nivel de abstracción dificulta a los estudiantes ver su aplicabilidad en la vida real, razón por la cual la mayoría de ellos cursan estas asignaturas para cumplir con el pensum del programa al que pertenecen y una vez aprobada no vuelven a interactuar con la misma.

Gracias al desarrollo vertiginoso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de la última década, los docentes cuentan con una gran cantidad de herramientas virtuales que les permiten transformar el modelo tradicional de enseñanza aprendizaje. Considerando que no todos los docentes saben de programación de computadores, existen en la actualidad programas de libre acceso (*open source*) que permiten a los docentes construir fácilmente objetos de aprendizaje, lo que les permite centrarse únicamente en los aspectos pedagógicos y didácticos sin tener que preocuparse por aspectos técnicos y de desarrollo.

En la actualidad, las clases magistrales en las cuales el docente únicamente contaba con un pizarrón para transmitir su conocimiento, hoy en día están siendo reemplazadas por MOOCs (*Massive Open Online Courses*) en los cuales se les da más libertad a los estudiantes de interactuar con el conocimiento. Estos cuentan con una gran cantidad de recursos multimedia que hacen más fácil a los estudiantes entender conceptos y ver su utilidad en la realidad. Uno de estos recursos multimedia son los OVA, los cuales imitan a los docentes humanos y tienen la capacidad de brindar retroalimentaciones de manera automática, eliminando el requisito de la educación presencial.

Referencias

- Areppim. (2017). Global Ranking of Academic Subjects 2017 Physics. Retrieved March 20, 2018, from http://stats.areppim.com/listes/list_unix500_2017.htm#Physics2017
- Chiappe Laverde, A., Segovia Cifuentes, Y., & Rincón Rodríguez, H. Y. (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55(6), 671–681. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9059-0>
- Gil, V., & Awad, G. (2015). Implementation of an intelligent tutorial system for socioenvironmental management projects. *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile Learning 2015, ML 2015*, 1, 11–18. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84944096661&partnerID=40&md5=86ef2d7cd79069b890c76193af25db6f>
- Hodgins, W. (2002). Learning by design: future of learning objects AUTC Learning Objects. In *Conference, UTS Sydney*. Sydney. Retrieved from www.iml.uts.edu.au/autc/pdf/AUTC_hodgins.pdf
- Koppi, T., Bogle, L., & Bogle, M. (2005). Learning objects, repositories, sharing and reusability. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and E-Learning*, 20(1), 83–91. <https://doi.org/10.1080/0268051042000322113>
- López, V. F., de la Prieta, F., Ogihara, M., & Wong, D. D. (2012). A model for multi-label classification and ranking of learning objects. *Expert Systems with Applications*, 39(10), 8878–8884. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.021>
- Wiley, D. (2002). *The Instructional Use of Learning Objects*. (and A. for E. C. & Technology, Ed.), *Technology* (1st ed.). Indiana: Agency for Instructional Technology and Association for Educational Communications & Technology. Retrieved from <http://members.aect.org/publications/InstructionalUseofLearningObjects.pdf>
- Wiley, D. (2003). Prepare for IMPACT: learning objects, learning communities and standards. In *Australasian WebCT Conference Gold Coast Queensland* (pp. 21–23). Australia.

ANEXO 1

Se realizó una encuesta de satisfacción a los 25 estudiantes que utilizaron “*Physique Virtuel*” y al docente del curso que desarrolló la prueba.

1. ¿“*Physique Virtuel*” contiene suficiente información acerca de la temática?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

2. ¿La interfaz gráfica de “*Physique Virtuel*” es apropiada?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	70 %
Verdadero	10%
Totalmente falso	8%
Falso	7%
Indecisión	5%
Total	100 %

3. ¿Los videos y animaciones de “*Physique Virtuel*” son apropiados?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	67%
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	8%
Total	100 %

4. ¿Los gráficos “*Physique Virtuel*” son apropiados?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

5. ¿El contenido teórico de “*Physique Virtuel*” es apropiado?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

6. ¿Los enlaces “*Physique Virtuel*” son apropiados?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

7. ¿Las actividades propuestas son consistentes con el objetivo y el contenido de “*Physique Virtuel*”

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

8. ¿El desarrollo de las actividades permiten aprender y son consistentes con los objetivos propuestos?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

9. ¿Los recursos de la práctica y la evaluación permiten apropiarse el contenido de “*Physique Virtuel*”

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %

10. ¿El uso de “*Physique Virtuel*” es fácil y divertido?

Valoración	Porcentaje
Totalmente verdadero	75 %
Verdadero	15%
Totalmente falso	3%
Falso	7%
Indecisión	0%
Total	100 %