

MODELO PARA EL DISEÑO DE LABORATORIOS VIRTUALES PARA LA UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA

Ileana Salas Campos¹
Marco Sánchez Mora²
Viviana Berrocal Carvajal³
Paola Arias Ching⁴
Yuri Vázquez Pérez⁵

Resumen

Este documento resume los resultados parciales de investigación titulada “Propuesta técnico pedagógica para la creación de laboratorios virtuales en la UNED”. Esta es una investigación interdisciplinaria que reúne especialistas del Programa de Producción Electrónica Multimedial, de la Escuela de Ciencias de la Educación, de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, del Sistema de Estudios de Posgrado y de la Dirección de Tecnología, Información y Comunicaciones de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). La metodología de esta investigación es cualitativa y de alcance exploratorio. El proceso se llevó a cabo en tres etapas: la revisión preliminar de literatura; la revisión de la propuesta realizada en el año 2011 por la Comisión de Laboratorios Virtuales, nombrada por la Vicerrectoría Académica de la UNED; la

¹ Doctora en Educación a Distancia y Diseño Instruccional, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, isalas@uned.ac.cr

² Máster en Tecnología e Informática Educativa, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, msanchezm@uned.ac.cr

³ Doctora en Educación a Distancia y Diseño Instruccional,, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, vberrocal@uned.ac.cr

⁴ Licenciada en ingeniería en sistemas, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, parias@uned.ac.cr

⁵ Máster en Tecnología e Informática Educativa, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, yvazquez@uned.ac.cr

revisión de los proyectos llevados a cabo por: University of Colorado at Boulder, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Stanford University, Ecured y Softonic. Derivado de esta investigación se realiza una propuesta del Modelo de Laboratorios Virtuales. Esta integra la posibilidad de la colaboración entre pares y un mayor control de las experiencias de aprendizaje por parte del estudiante. Los resultados obtenidos muestran que la producción e implementación de laboratorios virtuales en los contextos educativos conlleva consideraciones para que cumplan con la función de apoyar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, entre los cuales se parte de los niveles de complejidad, el factor experiencial, actividades planteadas, el uso de recursos y nivel de interacción con el estudiante.

Palabras claves

Laboratorio virtual, ambiente de aprendizaje, tecnología educacional.

Abstract

This document summarizes the partial research results entitled "Technical pedagogical proposal for the creation of virtual laboratories in the UNED". This is an interdisciplinary research that brings together specialists from the Multimedial Electronic Production Program, the School of Education Sciences, the School of Exact and Natural Sciences, the Postgraduate Studies System and the Technology, Information and Communications Division of The State Distance University (UNED). The methodology of this research is qualitative and of exploratory scope. The process was carried out in three stages: the preliminary literature review; The revision of the proposal made in 2011 by the Commission of Virtual Laboratories, appointed by the Academic Vice-Chancellery of the UNED; the review of the projects carried out by the University of Colorado at Boulder, Politecnic University of Madrid (UPM), Stanford University, Ecured and Softonic. Derived from this research is a proposal of the Model of Virtual Labs. This integrates the possibility of peer collaboration and greater control of student learning

experiences. The results obtained show that the production and implementation of virtual laboratories in educational contexts entails considerations in order to fulfill the function of supporting the students learning process, among which are the levels of complexity, the experiential factor, activities, resources and level of interaction with the student.

Keywords

Virtual Laboratory, learning environment, educational technology.

1. Objeto de Estudio

Definición de las características que deben cumplir los recursos de aprendizaje denominados laboratorios virtuales para plantear un modelo de diseño para ser utilizado en la Universidad Estatal a Distancia.

2. Justificación

La UNED en coherencia con el modelo de educación a distancia, utiliza tecnologías y recursos que le permitan llevar a cabo la mediación pedagógica y promover el logro de los objetivos de aprendizaje. Es por esa razón, que al reflexionar sobre cuáles deben ser las características de los materiales que se producen, se hace ineludible el revisar los principios epistemológicos, con el fin de procurar su materialización en la propuesta de producción y de “la comunicación didáctica guiada, como característica fundamental de los materiales didácticos y los programas de formación a distancia” (UNED, 2004, p.19). Considerando que los materiales deben potenciar un involucramiento constructivo del estudiante, en el cual éste es considerado el actor principal del proceso educativo para que logre aprehender los contenidos y transferirlos a situaciones reales, significativas y útiles, se propone la producción de laboratorios virtuales como uno de los recursos que puede, si se plantean a la luz de estos fundamentos, contribuir en la creación de entornos de aprendizaje significativos. Estos espacios permitirán a los estudiantes no solamente elaborar su conocimiento con base en la teoría, sino

desarrollando ejercicios prácticos que le permitan construir su proceso de aprendizaje.

3. Fundamentación teórica

La primera fase de esta investigación consistió en determinar la definición de laboratorio virtual, así como las características que les distinguen de otros recursos educativos. Para poder comprender qué es lo que se entenderá como laboratorio virtual, es necesario, prioritariamente, distinguirlo de dos constructos: laboratorios remotos y escritorios virtuales.

Muchas veces las personas tienden a confundir los términos laboratorio remoto y laboratorio virtual, sin embargo, ambos tienen características que los diferencian. Un laboratorio tradicional es el laboratorio presencial, donde el estudiante y el tutor se encuentran en un mismo lugar y utilizan equipos de laboratorios físicos y los experimentos se realizan en el sitio (EPEC, s.f.).

Los laboratorios remotos están formados por dos componentes, uno virtual que es la interfaz de usuario encargado de controlar las acciones y un componente físico que es el que ejecuta la acción solicitada. En los laboratorios remotos los experimentos se ejecutan en el lugar, pero las acciones se controlan de forma remota. Los laboratorios remotos se utilizan en situaciones donde el operario no se encuentra físicamente en el lugar, por ejemplo, en experimentos peligrosos, donde la integridad de la persona puede estar en riesgo o experimentaciones en lugares donde el ser humano no puede llegar (EPEC, s.f.).

Por su parte los laboratorios virtuales utilizan simulaciones, realizadas a partir de modelos físicos, por lo que los resultados son predecibles y su exactitud está sujeta a los modelos matemáticos utilizados y al *software* desarrollado. Los laboratorios virtuales pueden ser utilizados de forma local o remota y no están condicionados a un espacio físico (EPEC, s.f.).

Para la Real Academia Española un laboratorio es un: “Lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico



o técnico” (2014). Por su parte, Woodfield (citado por Tatli y Ayas, 2013) indica que un laboratorio virtual “simula el ambiente y los procesos de laboratorio real y son definidos como ambientes de aprendizaje en los que los estudiantes convierten su conocimiento teórico en práctico mediante la realización de experimentos” (p. 159).

La comisión de laboratorios virtuales de la UNED 2010-2011 definió el concepto de laboratorios virtuales como:

El conjunto de estrategias y actividades mediadas pedagógicamente que al usar simulaciones, videos u otros recursos multimedia (por medio de las tecnologías de la información y comunicación), propician el alcance de los objetivos de aprendizaje propuestos, dentro de un ambiente interactivo y colaborativo de los estudiantes (UNED, 2011, p.23).

Al igual que los laboratorios reales, los laboratorios virtuales deben poseer componentes teóricos, de procedimiento, experimentales y de asignación de tareas a ejecutar. Además, propician la exploración, correlación y comparación de fenómenos y principios.

Por lo tanto, basados en estas definiciones, para esta investigación se define laboratorio virtual como:

Un ambiente de aprendizaje digital que reúne la teoría, el procedimiento, un factor experiencial, la asignación y la evaluación de los objetivos propuestos. Donde es posible aplicar el conocimiento teórico en una situación práctica a través de la mediación pedagógica y del uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

Algunas razones que justifican la utilización de los laboratorios virtuales, según Tatli y Ayas (2013) y West y Veenstra (2012), son:

1. Pueden ejecutarse al ritmo, tiempo y espacio propio del estudiante.
2. Facilitan la presentación de conceptos, principios y procesos a partir de experiencias virtuales significativas.



3. Potencian la motivación de los estudiantes. Desarrollan su autoconfianza con poca o ninguna experiencia en el uso de equipo especializado.
4. Favorecen la repetición de los experimentos ya sea para reafirmar o profundizar en el propósito de las experiencias o para probar hipótesis.
5. Minimizan o anulan los aspectos riesgosos en cuanto a la manipulación de sustancias y elementos peligrosos, o la presencia de los estudiantes en contextos de alto riesgo.
6. Se utilizan para el modelaje de datos donde las condiciones para hacerlo en la vida real requieren de dispositivos complejos, son costosas, o difíciles de realizar.
7. Permiten que los estudiantes desarrollen destrezas computacionales, que fortalezcan el sentido de independencia, comprometiéndolos para que sean responsables de su aprendizaje.
8. Proveen una inmediata retroalimentación, haciendo que el estudiante comprenda la aplicación práctica de la teoría.
9. Minimizan los costos de mantenimiento y equipamiento.

4. Metodología

Esta investigación es de tipo cualitativa por cuanto se lleva a cabo un proceso de reflexión entre los investigadores y los hallazgos que resulten de una exploración cíclica entre experiencias de producciones de laboratorios virtuales y la literatura. Es exploratoria porque el objetivo es abordar un tema poco estudiado en la UNED de Costa Rica y que, con la actualización de las TIC, es muy posible que el concepto que se tenía hace diez años haya evolucionado. En otras palabras, hay una intención clara de mayor comprensión sobre el problema que se aborda a partir de las condiciones actuales.

Los procesos se llevaron a cabo en tres etapas:



1. Revisión de literatura relacionada con el objeto de estudio
2. Revisión del trabajo realizado por la Comisión del 2011
3. Revisión de algunas experiencias significativas en universidades y empresas.

Para la revisión de literatura se aplican las recomendaciones de Galvan (2006). Se define primeramente el tema, lo cual obligó a hacer una diferencia entre las diversas experiencias y recursos que utilizan tecnología emergente pero que, por su estructura y proceso, no pueden ser definidas como laboratorios virtuales. Para esta revisión se consultaron las bases de datos de la biblioteca electrónica de la Nova Southeastern University (NSU), Alvin Sherman Library, Research and IT Center, de manera específica la base de datos ERIC. Igualmente se revisó la base de datos EBSCO, de la biblioteca virtual de la Universidad Estatal a Distancia.

Los criterios de selección de los artículos fue el año de edición, la revisión se delimitó a partir del año 2010. Solamente en experiencias y autores relevantes se aceptaron documentos previos a este año. Las principales ideas de cada artículo se resumieron en fichas que permitieron ordenar aspectos importantes de las referencias. En cuanto a la revisión del documento construido por la Comisión del 2010-2011 de la UNED, se hizo un análisis a la luz de los hallazgos encontrados en la revisión de literatura. Este documento fue realizado por una comisión que se creó en el año 2010, específicamente para sentar las bases de la producción e implementación de este tipo de recursos. Se identifican en este documento las conceptualizaciones que se hacen partiendo de las experiencias que hasta la fecha se habían realizado en la UNED para el desarrollo de este tipo de recursos, así como una revisión y análisis de la literatura publicada sobre ese tema en ese momento.

La tercera etapa fue la revisión de algunas experiencias que se estaban llevando a cabo en algunas universidades y empresas. Para hacer esta revisión se utilizó una tabla que contenía cuatro aspectos sencillos: nombre de la institución o empresa, nombre del proyecto, observaciones de sus características y enlace web. Se analizaron cinco

proyectos: University of Colorado at Boulder, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Stanford University, Ecured y Softonic.

Por último, el equipo de investigación se abocó a elaborar su propio modelo de laboratorio virtual, caracterizando cada uno de sus elementos y justificándolos a la luz del “salto cualitativo” que debería darse dado el potencial de desarrollo tecnológico actual.

5. Análisis de resultados

Sobre el documento de la Comisión 2010-2011

En febrero del 2010, la Vicerrectoría Académica creó una comisión interdisciplinaria cuyo objetivo principal consistió en elaborar una propuesta para el diseño, producción y valoración de laboratorios virtuales en el área de las ciencias y la educación en un modelo de enseñanza a distancia. Como resultado de esa labor de investigación, esta comisión emitió un documento en el mes de febrero del 2011 en donde se describen, entre otros, los siguientes aspectos:

- Antecedentes históricos del concepto de laboratorios virtuales
- Motivos para usar un laboratorio virtual en educación a distancia
- Las características técnicas y metodológicas para la elaboración de laboratorios virtuales en la UNED.

En la primera parte del documento, basados en autores y en la opinión de algunos académicos de la UNED, así como en la investigación, la comisión sintetiza el concepto de laboratorio virtual que se citó en el apartado anterior. Aunado a ellos determina una serie de considerandos en su producción, a saber: ser auto contenido; ser interactivo; combinar imágenes en 2D y 3D; tener animación tridimensional; contar con recursos de video y sonido; incluir ejercicios de verificación y ampliación de conceptos; ejecutarse automáticamente desde un CD o en una plataforma; ser un hipermedio en donde la navegación permita el acceder al material desde diferentes ubicaciones; posibilitar que

se guarden apuntes, en la computadora o en un dispositivo externo; permitir entradas de datos para ser procesadas y que se reflejen en los resultados y contar con un buscador que le permita al usuario localizar un concepto específico del material.

El documento de la comisión del 2010-2011 planteó algunas recomendaciones para el diseño de laboratorios virtuales. Un resumen de ellas se presenta a continuación (UNED, 2011):

1. Se debe provocar los procesos de investigación en los alumnos.
2. El estudiante debe tener un papel activo, tomando en cuenta los estilos, ritmos y necesidades de aprendizaje.
3. Generar entornos de aprendizaje colaborativo.
4. Promover la retroalimentación de los procesos de aprendizaje.
5. Las actividades basadas en simulaciones deben ser multimedia.
6. El uso de simulaciones debe ser coherente con el paradigma constructivista, considerando los conocimientos previos de los alumnos, el contexto social y el problema que ha de ser resuelto.
7. La resolución de los problemas planteados debe tener un tratamiento global y procurar estar contextualizados a la realidad.
8. El entorno de aprendizaje debe hacer uso de las herramientas para el acceso a la información, el desarrollo de estrategias cognitivas y para la comunicación.

El apartado que más interesó a esta investigación fue donde se presentan los “niveles de complejidad de los laboratorios virtuales”. En él se presenta una taxonomía que clasifica diferentes productos considerados laboratorios virtuales. Esta clasificación presentó ocho niveles (UNED, 2011):

1. Sencillo: se caracteriza por presentar “texto escrito y dibujos o figuras sin movimiento” (p.16).



2. Complejo: este nivel incluye “texto y animaciones en formato .gif que pueden visualizarse en la red de Internet” (p.17).
3. Laboratorios con videos: se indica en el documento que “su principal característica es mostrar prácticas verdaderas” (p.18).
4. Laboratorios con posibilidad de manipulación: en este tipo de laboratorios los estudiantes pueden manipular algunos objetos o escenas en la pantalla, tal es el caso del arrastre de objetos o el cambio en el valor de una variable (p.19).
5. Animación e interacción más realista: este tipo de recursos se distinguen por contener sonido, animación y variabilidad que facilitan el control de algunas acciones (p.19).
6. Simulaciones con máquinas: en este nivel se permite “al usuario mirar una imagen y percibir en su piel las sensaciones correspondientes, aunque el usuario tiene muy poco control sobre la secuencia de eventos” (p.20).
7. Interacción entre usuarios: este tipo de laboratorios “permite que el usuario interactúe con otra persona conectada a la red Internet, usando ambos un casco y un traje especial para tal actividad” (p.20).
8. Reproducción de experiencias mediante implantes electrónicos, “este tipo de laboratorios requiere de implantes en el cuerpo del usuario” (p.21).

Pese a que el documento fue ambicioso en la conceptualización de los laboratorios virtuales, la realidad ha demostrado que no se logró sobrepasar el nivel 4 en la producción de estos recursos. Esto obligó al equipo de investigación a replantear las expectativas sobre la producción de los laboratorios virtuales y analizar cuál sería el salto cualitativo que podría generarse, más allá de la sola implementación de equipo o dispositivos sofisticados, como se plantean en los niveles superiores al 4.

Sobre la revisión de experiencias de universidades y empresas

Sin pretender ahondar en un análisis exhaustivo de las experiencias de algunas universidades y empresas, y con el único fin de buscar las conceptualizaciones que se

estaban planteando acerca de lo que es un laboratorio virtual, se revisaron tres universidades y una empresa. A continuación, se explican brevemente sus propuestas.

En el caso de la University of Colorado Boulder, se está llevando a cabo el Physics Education Technology Project, también conocido como el PhET, su propuesta inicial está basada en simulaciones. Estos recursos trabajan con una o con múltiples variables que pueden ser manipuladas por los usuarios. Los temas principales que abordan son la física, química, biología y matemática (University of Colorado Boulder, 2016a).

Una de las particularidades de estas simulaciones del PhET es que ellas representan únicamente el componente experimental de un laboratorio, no se muestra el componente teórico, los procedimientos, los ejercicios de repaso o de verificación ni retroalimentación alguna.

El código fuente está disponible al público y si bien actualmente trabajan en Java y Flash, están migrando a HTML5. Todos los recursos publicados en el PhET son de acceso libre bajo la licencia Creative Commons Attribution (CC-BY) (University of Colorado Boulder, 2016b).

Por otra parte, la Universidad Politécnica de Madrid hace una diferencia entre laboratorios 3D y simulaciones. “Un simulador virtual es un dispositivo o aplicación informática, que permite la reproducción de un sistema, es decir, sensaciones y experiencias que en la realidad pueden llegar a suceder” señala en su página de ingreso en el Gabinete de Teleformación (Universidad Politécnica de Madrid, 2016a, párr.1) y allí es posible observar tres simuladores básicos: el del clima de un invernadero, el de generación de variantes numéricas de problemas y señales de corrección automática y el de física. Por otra parte, el laboratorio 3D se considera “El Servicio de Laboratorios 3D UPM es una plataforma que permite a los alumnos la realización de sus prácticas de laboratorio de forma virtual” (Universidad Politécnica de Madrid, 2016b, párr.1).

Los simuladores están desarrollados en Excel, Java y Flash. Son animaciones

básicas que permiten el reinicio y manipulación de algunas variables. Estas simulaciones carecen de guías didácticas o manuales, que permitan al usuario conocer el funcionamiento del objeto de aprendizaje, la teoría y procedimientos a seguir.

En el caso de los laboratorios 3D la plataforma está desarrollada con OpenSim, software de código abierto, que se aloja en servidores de las facultades, mientras que son enlazados y gestionados de forma integral por el sistema GridLabUPM (Universidad Politécnica de Madrid, 2016b). Los estudiantes trabajan en estos laboratorios con un avatar, quien les representa en el mundo virtual. Los temas que abordan son del área de ciencias exactas y naturales. Algunos laboratorios contienen un manual con la guía de trabajo.

La Universidad de Stanford tiene el proyecto The Virtual Labs Project: Topics in Physiology. Si bien esta universidad los califica como laboratorios virtuales en realidad los recursos que se muestran son más bien del tipo enciclopedia con animaciones (Stanford University, 2003).

Softonic es una de las empresas que ha generado algunos proyectos tipificados como laboratorios virtuales. Physion, Biogénesis y Zelscope son tres de los proyectos de esta empresa que generan entornos de experimentación y algunos de ellos es posible de descargar gratuitamente (Softonic, 2016a). Physion, por ejemplo, permite la manipulación de objetos y sus propiedades, aplicando las leyes de la física. Entre las ventajas que se enlistan en su página web están las herramientas de edición que posee, la calidad de los vídeos de ejemplos que expone, la posibilidad de exportar fotogramas y poder ampliarse usando JavaScript (Softonic, 2016b).

6. Propuesta de Modelo de Laboratorio Virtual

A continuación, en la Figura 1. se describen los componentes de los laboratorios virtuales. Esta propuesta es fruto de la revisión de literatura sobre el tema y del análisis de experiencias existentes en la UNED y otras instituciones.

Figura 1.

Modelo de laboratorios virtuales UNED.

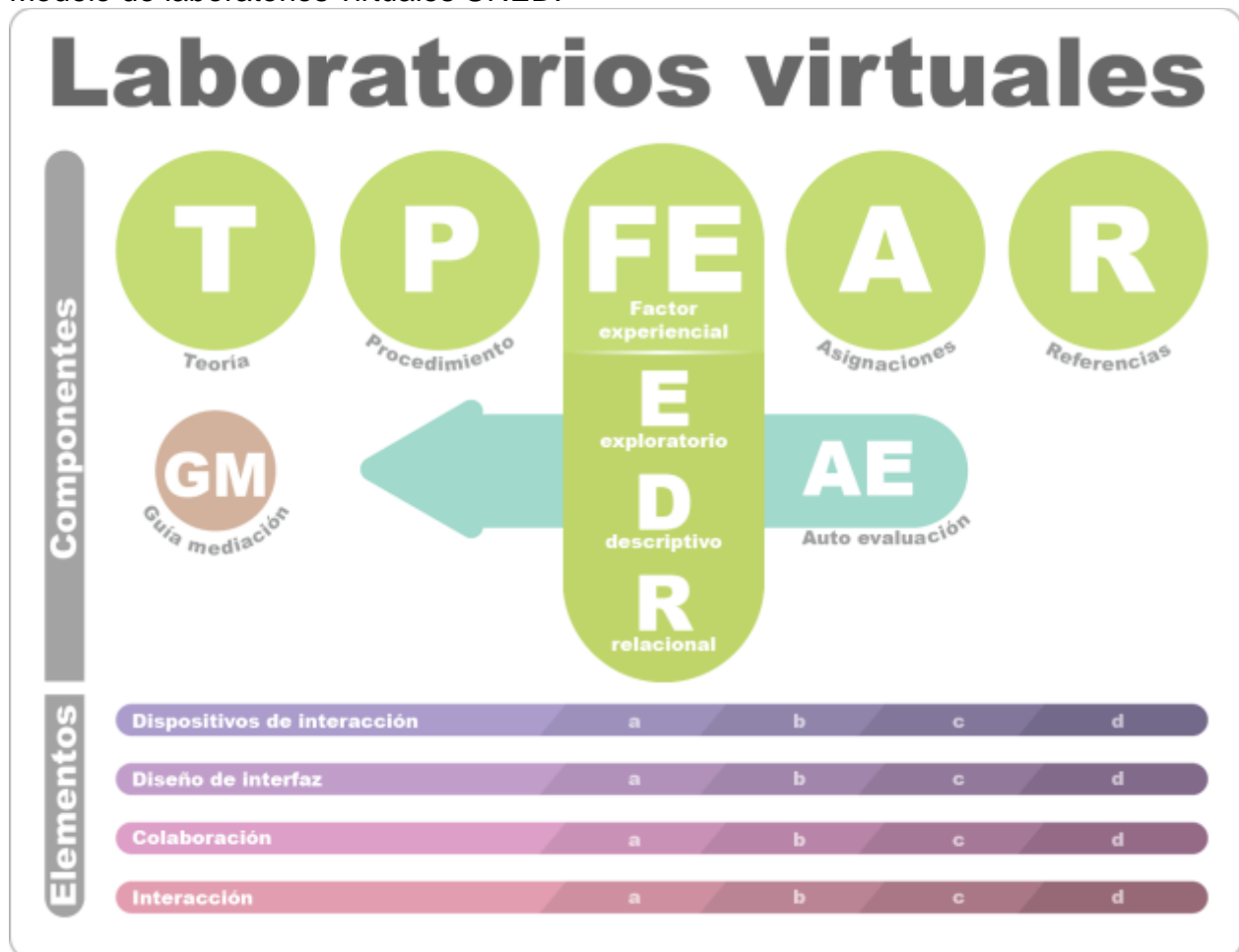


Figura 1. Modelo de laboratorios virtuales UNED, por I. Salas Campos, P. Arias Ching, V. Berrocal Carvajal, Y. Vázquez Pérez y M. Sánchez Mora, 2017.

Componentes del modelo

De acuerdo con esta propuesta, los laboratorios virtuales deben contar con cinco componentes: teoría, procedimiento, factor experiencial, asignaciones y referencias. Estos componentes pueden estar separados o mezclarse en el contenido, sin embargo, deben estar presentes.

Asimismo, los laboratorios pueden contener otros componentes como actividades

de autoevaluación y una guía de mediación para estudiantes y docentes. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de estos componentes:

1. **Teoría.** Contiene todos los conocimientos fundamentales que son necesarios para que el estudiante comprenda los principios aplicados en el laboratorio.
2. **Procedimiento.** Explica detalladamente las etapas necesarias para la realización del laboratorio.
3. **Factor experiencial.** Es la actividad o actividades por realizar en el laboratorio virtual. En este componente se utilizan los procedimientos descritos y el sustento teórico expuesto para realizar una experiencia de aprendizaje. Como sucede en las diferentes ciencias, este factor puede ofrecer diferentes niveles de aproximación al objeto de estudio, es decir permitir explorarlo, describirlo o establecer relaciones a partir de la manipulación de diversas variables. Se debe reconocer que no se clasifica la complejidad de los laboratorios a partir de la manipulación de variables en el entorno generado, ya que esta condición dependerá de las necesidades de aprendizaje del laboratorio. Por lo tanto, será tan válido un laboratorio de ciencias sociales en el cual sea necesario observar comportamientos de seres humanos pregrabados y realizar un análisis de acuerdo con algún sustento teórico, como laboratorios de ciencias exactas en los que sea necesario variar la presión y la temperatura para establecer relaciones entre estas variables.
4. **Asignaciones.** Hace referencia a las actividades y reportes que se le solicitan al estudiante, una vez realizada la experiencia del laboratorio. Estos informes pueden necesitar la reflexión o vinculación del tema con otros ya estudiados con anterioridad.
5. **Referencias.** Contiene las fuentes utilizadas y la bibliografía adicional que puede consultar el estudiante para ahondar en el tema del laboratorio.

6. **Autoevaluación.** Permite que los estudiantes realicen un proceso de autoevaluación del aprendizaje adquirido. En ocasiones, se encuentra antes del factor experiencial y ayuda a comprobar si se posee el conocimiento previo necesario para realizar la experiencia. En otras ocasiones, puede ayudar a comprobar el aprendizaje obtenido durante el desarrollo del laboratorio.
7. **Guía de mediación.** Es un recurso orientado tanto al estudiante como al docente. En el caso del docente le permite conocer las estrategias de aprendizaje a utilizar con sus estudiantes con el uso del laboratorio virtual. A los estudiantes les brinda una guía para su proceso de autorregulación de los aprendizajes.

Elementos de complejidad del modelo

Los laboratorios virtuales cuentan con elementos más técnicos que son susceptibles de ser medidos o cuantificados de acuerdo a su complejidad. Estos son los dispositivos de interacción, el diseño de interfaz, la colaboración y la interacción. A continuación, se explicarán los elementos que son utilizados para satisfacer las necesidades de enseñanza y aprendizaje.

Dispositivos de interacción. Todo recurso virtual utiliza un mecanismo para facilitar la comunicación entre el usuario y el computador. Normalmente este se limita al uso de teclados y ratones, sin embargo, más recientemente se utilizan pantallas táctiles y otras tecnologías tanto en dispositivos móviles como en computadoras. Este aspecto se puede cuantificar en cuatro niveles:

1. Soporte de sistemas de introducción de datos tradicionales como el teclado y el ratón.
2. Soporte de los sistemas anteriores y respuesta apropiada a dispositivos táctiles.
3. Soporte de los sistemas anteriores y uso de cámaras, micrófonos, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y otros sensores (giroscopio, acelerómetro, etc.) en los dispositivos.

4. Soporte de los sistemas anteriores y uso de tecnologías como gafas de realidad virtual y guantes que reaccionan al tacto.

Diseño de interfaz. El diseño de interfaz es la caracterización visual que se le da al laboratorio y responde a un enfoque pedagógico. Contempla la integración de los mecanismos para controlar y diseñar un ambiente que sirve para simular el laboratorio.

Se clasifica dependiendo de la complejidad técnica.

1. Un diseño sencillo que permite ingresar a las diferentes secciones del laboratorio.
2. Un diseño que permite ingresar a las diferentes secciones del laboratorio y posee un ambiente ilustrado en dos dimensiones que simula el entorno.
3. Un diseño que permite ingresar a las diferentes secciones del laboratorio y tiene un ambiente con ilustraciones en tres dimensiones que simula el entorno.
4. Un diseño que permite ingresar a las diferentes secciones del laboratorio y tiene un ambiente detallado cercano a la realidad.

Colaboración. Son las posibilidades que ofrece el laboratorio de colaborar con otros usuarios del recurso.

1. En un primer nivel puede no ofrecer ninguna colaboración.
2. Colaboración básica, por correo electrónico se pueden compartir resultados obtenidos en el laboratorio para que otros estudiantes los comprueben.
3. Posibilidad de compartir resultados y otros datos a través del mismo laboratorio con otros estudiantes y que éstos a su vez puedan utilizarlos directamente en él.
4. Posibilidad de compartir y utilizar el factor experiencial entre varios estudiantes a la vez comunicados a través de internet.

Interacción. Es el elemento que permite al usuario interactuar con el laboratorio.

1. Un mecanismo de navegación para ingresar a las diferentes secciones del laboratorio.

2. Un mecanismo de navegación para ingresar a las diferentes secciones del laboratorio y se pueden reproducir simulaciones preestablecidas.
3. Un mecanismo de navegación para ingresar a las diferentes secciones del laboratorio y se permite manipular variables para obtener resultados diferentes.
4. Un mecanismo de navegación para ingresar a las diferentes secciones del laboratorio, se permite la manipulación de variables para obtener resultados diferentes, la modificación del entorno y responder a nuevas posibilidades.

7. Conclusiones

El primer resultado observado de esta investigación es la necesidad de cambiar el enfoque en la definición de laboratorios virtuales, no solamente a partir de las características técnicas disponibles para su ejecución, sino de acuerdo a aspectos educativos típicos de un modelo de educación a distancia. Esto para maximizar las ventajas educativas que poseen, tales como la posibilidad de ejecutarse al ritmo, tiempo y espacio del estudiante; la facilidad de presentación de conceptos, principios y procesos; motivar el proceso de aprendizaje; el desarrollo de destrezas computacionales; entre otros.

Partir de componentes básicos como: teoría, procedimiento, factor experiencial, asignaciones y referencias; permitirá la creación de laboratorios virtuales indistintamente de la disciplina a la que pertenece y que sean accedidos por todos los estudiantes, adaptable a la tecnología a su disposición.

Además, la existencia de los elementos de complejidad, y sus distintos niveles, serán tomados en cuenta dependiendo de las necesidades educativas de los estudiantes, así como también, de las posibilidades de producción de la universidad.

Para garantizar el acceso de los estudiantes, se deben crear los laboratorios virtuales usando tecnologías que permitan ejecutarse tanto en computadoras de escritorio, portátiles, tabletas y, en la medida de lo posible, en teléfonos celulares.

8. Recomendaciones

- Aplicar el modelo propuesto por este grupo de investigación en las propuestas de laboratorios virtuales que se desarrollen en la UNED.
- Una vez elaborado el laboratorio debe ser evaluado por el equipo desarrollador y los usuarios del mismo.
- Realizar una revisión periódica de esta propuesta a la luz de los resultados obtenidos, así como de las nuevas tendencias de desarrollo en esta temática.

9. Referencias

Escuela de Posgrado y Educación Continua (EPEC). (s.f.). *¿Qué son los laboratorios remotos?*. Universidad Nacional de Rosario. Recuperado de <https://labremf4a.fceia.unr.edu.ar/about/>

Galvan, J. (2006). *Writing Literature Reviews. A guide for students of the social and behavioral sciences* (3th.Ed.). Glendale, CA: Pyczack Publishing.

Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23ava. edición). Recuperado de: <http://www.rae.es/>

Softonic (2016a). *Laboratorios Virtuales... para Windows*. Recuperado de: <http://www.softonic.com/s/programa-laboratorios-virtuales>

Softonic (2016b). *Physion*. Recuperado de: <http://physion.softonic.com/>

Stanford University (2003). *The Virtual Labs Project: Topics in Physiology*. Recuperado de: <http://virtuallabs.stanford.edu/demo/>

Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. *Educational Technology & Society*, 16 (1), 159–170.

UNED (2004). *El Modelo Pedagógico*. Vicerrectoría Académica. San José, Costa Rica.

UNED (2011). *Propuesta para el diseño, producción y valoración de laboratorios*



virtuales en el área de las ciencias y la educación en un modelo de enseñanza a distancia. Vicerrectoría Académica.

Universidad Politécnica de Madrid (2016a). *Simuladores*. Recuperado de:
<http://serviciosgate.upm.es/laboratoriosvirtuales/es/simuladores>

Universidad Politécnica de Madrid (2016b). *Laboratorios 3D*. Recuperado de:
<http://serviciosgate.upm.es/laboratoriosvirtuales/es/laboratorios>

University of Colorado Boulder (2016a). *Simulaciones*. Recuperado de:
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/new>

University of Colorado Boulder (2016b). *Licencia*. Recuperado de:
<https://phet.colorado.edu/es/licensing>

West, J. & Veenstra, A. (Apr. 2012) Cane toad or computer mouse? Real and computer-simulated laboratory exercises in physiology. *Australian Journal of Education*; 56 (1); ERIC pg. 56.