

MODELO DE LABORATORIO VIRTUAL DE ANTROPOMETRIA PARA LA ASIGNATURA ERGONOMÍA

MODEL OF VIRTUAL LABORATORY OF ANTHROPOMETRY FOR THE SUBJECT ERGONOMICS

M.Sc. Indira Ordoñez Reyes

iordonez@crea.cujae.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0002-1093-5606>

Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (Cujae), Cuba

Ing. Eduardo Cajigal Tamayo

eduardocajigal90@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6244-6858>

Entidad de Ciencia Tecnología e Innovación Sierra Maestra Institución, Cuba

Tipo de contribución: Artículo de investigación científica

Recibido: 24-02-2020

Aceptado para su publicación: 29-09-2020

Resumen: En la presente investigación se elaboró un modelo de laboratorio virtual de Antropometría para la asignatura Ergonomía de la carrera de Ingeniería Industrial en la Cujae. Surge a partir de la simulación de los procesos que se realizan en la experimentación de una práctica de laboratorio real de dicho tema. Los laboratorios virtuales son una herramienta didáctica que permite enriquecer el proceso educativo a partir de la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación al proceso de enseñanza-aprendizaje. Se analiza la relación teoría-práctica como premisa pedagógica en la formación de ingenieros industriales, ofreciendo avances en las capacidades del pensamiento creativo. La interacción entre el estudiante y el laboratorio, se inicia aplicando el método aprendizaje basado en problemas, donde se implica al estudiante en la solución de un problema real de su profesión, siendo el punto de partida para la adquisición de nuevos conocimientos. La validación de los resultados fue "Aceptada", a partir de los criterios obtenidos en la aplicación del Método Fácil (MF10) a un grupo de especialistas.

Palabras clave: laboratorio virtual; antropometría; proceso de enseñanza-aprendizaje; aprendizaje basado en problemas; relación teoría-práctica

Abstract: In the present investigation, a virtual laboratory model of Anthropometry was elaborated for the Ergonomics subject of the Industrial Engineering career of the Cujae. It arises from the simulation of the processes that are carried out in the experimentation of a real laboratory practice of said topic. Virtual laboratories are a didactic tool that allows enriching the educational process from the integration of information and communication technologies to the teaching-learning process. The theory-practice relationship is analyzed as a pedagogical premise in the training of industrial engineers, offering advances in the capacities of creative thinking. The interaction between the student and the laboratory, begins by applying the problem-based learning method, where the student is involved in solving a real problem of their profession, being the starting point for the acquisition of new knowledge. The validation of the results was "Accepted", based on the criteria obtained in the application of the easy method (MF10) to a group of specialists.

Keywords: virtual laboratory; anthropometry; teaching-learning process; problem-based learning; theory-practice relationship

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de formación del ingeniero requiere un alto nivel de experimentación en las instalaciones de laboratorio con vistas a profundizar los conocimientos teóricos que recibe. No obstante, existen limitaciones de recursos en muchas instituciones universitarias para adquirir y mantener la infraestructura de las instalaciones reales de laboratorio e incluso llevar al laboratorio prácticas extremadamente costosas para la universidad.

Es por ello que surge la necesidad de buscar y utilizar todas las estrategias, herramientas y métodos posibles para el desarrollo de las prácticas virtuales en la formación del ingeniero. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen oportunidades muy útiles para apoyar el proceso de enseñanza - aprendizaje (PEA) en la actualidad. Entre ellas, los laboratorios virtuales se han expandido y ofrecen en el ámbito educativo una buena alternativa en respuesta a estas exigencias del desarrollo exponencial de TIC, el acceso a las redes y la disponibilidad de dispositivos electrónicos para el intercambio de información caracterizan el contexto actual. Ello impone un cambio cultural para formar las nuevas generaciones de profesionales, en lo cual las instituciones de Educación Superior desempeñan un papel fundamental. La producción de laboratorios virtuales para la docencia, permite integrar las TIC como medio al proceso de enseñanza - aprendizaje, los cuales ayudan al estudiante a afianzar el conocimiento teórico y a desarrollar habilidades para el trabajo experimental a partir de la resolución de problemas profesionales.

En la relación teoría - práctica debe estar presente en la reflexión y análisis que cada estudiante de ingeniería realiza durante su desempeño en las actividades docentes, pues es un referente primordial para lograr un aprendizaje desarrollador.

Se propone como objetivo del trabajo, propiciar la relación de la teoría con la práctica, en la Antropometría para la asignatura Ergonomía a través de un modelo de laboratorio virtual.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación se utilizan métodos e instrumentos a partir de un enfoque dialéctico - materialista, que permite considerar el carácter variado del objeto de investigación (el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura Ergonomía), en sus múltiples lecturas y en su dialéctica.

Como métodos de nivel teórico se presentan para la investigación los siguientes: sistémico – estructural -

funcional, modelación, analítico - sintético y sistematización.

Sistémico – estructural - funcional: para determinar los elementos básicos que conforman el modelo de laboratorio virtual de Antropometría para la asignatura Ergonomía. Además, para establecer la relación estructural entre todos los componentes, tomando en cuenta sus funciones, exigencias y la dinámica de su interrelación.

Modelación: posibilitó la representación del modelo de laboratorio virtual de Antropometría para la asignatura Ergonomía, así como permitió, la conformación de sus escenarios, establecer los componentes estructurales del modelo que se propone, y las características que lo identifican.

Analítico - sintético: para determinar los principales referentes teóricos que sustentan el modelo de laboratorio virtual de Antropometría, que permitan un conocimiento acabado del fenómeno estudiado, así como los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados. Permite obtener datos del contenido de los informes técnicos generados en las prácticas de laboratorio, que dejan constancia física de su desarrollo, evidenciada en el análisis de los resultados de cada grupo de estudiantes.

Sistematización: posibilitó analizar, criticar y asumir posición acerca de los estudios teóricos de la investigación, relacionados con la definición de modelo de laboratorio virtual de Antropometría para la asignatura Ergonomía.

En la investigación se utilizaron diferentes métodos de nivel empírico entre los que se encuentran:

Revisión documental: Se utilizó a lo largo de toda la investigación para la revisión de la literatura especializada en torno al marco teórico de la investigación, así como en el análisis y valoración de los documentos tales como: reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior, los modelos del profesional, actas en reuniones de proyectos de investigación, informe sobre el análisis de los instrumentos aplicados durante la ejecución de las clases de prácticas de laboratorio en varios cursos académicos, el Programa de la disciplina Ingeniería del Factor Humano en la carrera Ingeniería Industrial, actas en reuniones de la disciplina y colectivos de año, así como el Plan de Estudio D y planes de clases de la asignatura Ergonomía, entre otros.

Observación científica: se realizó durante las clases de prácticas de laboratorio de la asignatura Ergonomía, para comprobar cómo se realiza el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las

prácticas de laboratorio.

Entrevista a especialistas en laboratorios virtuales: se realizó para obtener información sobre los procedimientos realizados para el diseño, en cuanto a la utilización de los laboratorios virtuales que se aplican en los Centros de Educación Superior.

Encuesta a estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial: empleada para conocer la percepción que ellos tenían sobre los laboratorios virtuales y su aplicación en la docencia.

Criterio de expertos: una vez elaborado el modelo se sometió a su consideración, mediante el método Delphi, para conocer la valoración de los mismos sobre la propuesta.

Entre los métodos matemático - estadísticos empleados se encuentran, para el procesamiento y análisis de la información obtenida en las indagaciones empíricas realizadas, se utilizó la desviación estándar, la moda, la mediana y la media aritmética para determinar los valores promedio. Permitiendo el análisis de los datos obtenidos en el procesamiento de la información resultante de los instrumentos aplicados en el diagnóstico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterizando al modelo de laboratorio virtual de Antropometría

Entre los pilares básicos de la Educación, que la UNESCO propone para enfrentar los retos y desafíos del siglo XXI, se enfatiza en la necesidad de: Aprender a hacer, logrando que el estudiante se apropie de tipos de contenidos de manera armónica a través del sistema de conocimientos, del sistema de habilidades y hábitos y del sistema de experiencias de la actividad creadora. En este último existen numerosos aspectos que indican cómo los estudiantes aprenden con este tipo de contenido, como, por ejemplo: en la solución de problemas, con la independencia cognoscitiva, con el desarrollo de un pensamiento reflexivo y divergente y la imaginación creadora, entre otros (García Batista et al., 2002; UNESCO, 2008).

La relación teoría - práctica ha sido objeto de estudio desde la enseñanza y la organización de ese proceso docente, y no se aborda con frecuencia en cómo el estudiante genera su conocimiento a partir de la vinculación estrecha entre el contenido y la aplicación del mismo. Una de las formas más efectivas de lograrlo es la enseñanza problémica. Vincular los conceptos teóricos con la práctica, beneficia a que el estudiante encuentre significados en el proceso de aprendizaje durante la apropiación

del conocimiento en la práctica, siendo capaces de dar sentido y utilidad a lo aprendido (Sierra y Pérez, 2006).

La experimentación a través de casos reales permitirá una adecuada articulación entre teoría y práctica. Exponer al estudiante a la elaboración y solución de problemas o tareas propias de la profesión, al alcance de sus posibilidades, es considerada una importante estrategia de aprendizaje, siempre que sus exigencias impliquen un esfuerzo intelectual, generador de desarrollo (Zilberstein y Silvestre, 2005).

Según Addine (2002), como contexto puede ser escogido un problema profesional que sirva de hilo conductor en la presentación y desarrollo de al menos un tema de la asignatura o la disciplina (García et al., 2002), donde los estudiantes se enfrenten a la solución de situaciones similares a las de un profesional de su rama, con el correspondiente protagonismo y flexibilidad necesarios para lograr su motivación y compromiso en su solución, siendo capaces de dar sentido y utilidad a lo aprendido (Sierra y Pérez, 2006).

La autora parte de la definición de modelo como resultado científico: “una representación de aquellas características esenciales del objeto, de cómo puede ser cambiado e implementado, así como evaluado, lo que permite descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades con vistas a la transformación de la realidad” (Valle, 2010).

Los laboratorios virtuales (LV) contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico. Se fomenta el análisis, la creatividad, el desarrollo de la lógica, el desarrollo de habilidades en las diferentes materias de la carrera. Se promueve las habilidades de investigación y docencia mediante las TIC de todos los que participan en el proceso (Hernández, Resendiz, Ponce y Estrada, 2012). Constituyen un importante apoyo didáctico que ofrece disímiles beneficios. Favorecen la reducción de los costos en infraestructura y tiempo, posibilitando el diseño de entornos educativos heterogéneos que pueden adecuarse a las prácticas. Posibilitan realizar el análisis de los resultados en cualquier momento, incluso fuera del aula. Los estudiantes pueden modelar con mayor facilidad empleando parámetros controlables, por lo que los LV se convierten en un medio de enseñanza inestimable como apoyo a la práctica experimental, para el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas (Arena, Ré y Giubergia, 2011).

La autora de la presente investigación asume la definición de LV dada por el Centro de

Investigaciones Pedagógicas de la Academia de las Fuerzas Armadas Revolucionarias “General Máximo Gómez”, como: Simulador que permite realizar investigaciones, experimentos y otros trabajos de carácter docente educativos en un contexto digital (Colectivo de autores del Proyecto “Pólvora II”, 2009).

La Antropometría es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano, los conocimientos y técnicas para llevar a cabo las mediciones, así como su tratamiento estadístico con la finalidad de determinar diferencias en los individuos, grupos, etc. (Colectivo de autores, 2006; Panero y Zelnik, 1983). En el tercer año de la carrera Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae), se imparte la asignatura Ergonomía¹, siendo Antropometría el primer tema y constituye objeto de estudio de una de sus cinco prácticas de laboratorio (Antropometría, Capacidad de Trabajo Físico, Gasto Energético, Microclima y Ruido e Iluminación). El tema contiene 9 actividades docentes entre conferencias, práctica de laboratorio, clases prácticas y trabajo de control, con un fondo de tiempo de 18h de las 60h totales, que representan el 30% de las horas/clases de la asignatura.

La realización de estas prácticas, se han venido perfeccionando y en la actualidad se hace énfasis en la creación de habilidades para el trabajo independiente, aspecto este de gran importancia para el ejercicio profesional de los ingenieros.

La relación teoría-práctica constituye una premisa pedagógica en la formación de ingenieros industriales. Ello se intenciona, a lo largo del desarrollo del plan de estudios, como base esencial en su diseño curricular. En el modelo del profesional se pone de manifiesto las necesidades e intereses individuales y colectivos del hombre y la sociedad en general, pero en la práctica no existe el procedimiento metodológico para materializar dicha relación teoría-práctica en el PEA (Colectivo de autores, 2007; Paredes e Inciarte, 2006).

Dentro de las clases presenciales de la asignatura Ergonomía, en la práctica de laboratorio de Antropometría, se realiza el diseño de un puesto de trabajo utilizando el criterio de mediciones directas. Las dimensiones antropométricas (altura poplítea, diámetro biacromial, altura de muslo, ancho de codo a codo, entre otros) se obtienen directamente en la

persona a partir de la unión de dos puntos antropométricos o de un punto antropométrico y un punto de referencia, para ello se emplea la instrumentación (estadiómetro, antropómetro, cinta métrica, entre otros) apropiada, para cada medición que reduzca la variabilidad introducida por el personal que efectúe los registros. Para ello, es necesario determinar las dimensiones del cuerpo humano de una muestra de posibles estudiantes. Los estudiantes deben realizar las mediciones de las dimensiones antropométricas de forma manual, con los pocos instrumentos disponibles, y luego para el diseño del puesto, se identifican las dimensiones relevantes del puesto de trabajo (altura de la silla, ancho del espaldar, ancho de la mesa, entre otros) que se deben corresponder con las dimensiones antropométricas determinadas.

En la actualidad estas instalaciones se encuentran en condiciones poco apropiadas, debido a la falta de equipamiento y/o deterioro de los existentes. Independientemente de los problemas por la carencia de recursos materiales, la disponibilidad del laboratorio para que los estudiantes realicen las prácticas fuera del programa de clases es muy limitada.

La población para el desarrollo del diagnóstico está conformada por cuatro profesores que han impartido la asignatura Ergonomía, y 90 estudiantes que cursaron el tercer año durante el curso 2017-2018. Fue seleccionada una muestra probabilística del tipo aleatoria simple de 67 estudiantes, lo que representa el 74 % de la población.

En el análisis de la encuesta realizada a los estudiantes, se refiere a la medida en que se deben mejorar las prácticas de laboratorio en la asignatura. Se seleccionaron dos indicadores significativos, como son: Vinculación de la teoría con la práctica y acceso al equipamiento y/o instrumento, los resultados se muestran en la figura 1.

A partir de los resultados se puede destacar que un grupo de estudiantes consideran que se debe mejorar “en gran medida”, la vinculación de la teoría con la práctica en las prácticas de laboratorio, lo que representa el 48%, así como mejorar la posibilidad del acceso al equipamiento y/o instrumento, para un buen desempeño de la experimentación en el laboratorio, lo que representa un 49%, siendo el experimento la base de la adquisición de los conocimientos y las habilidades.

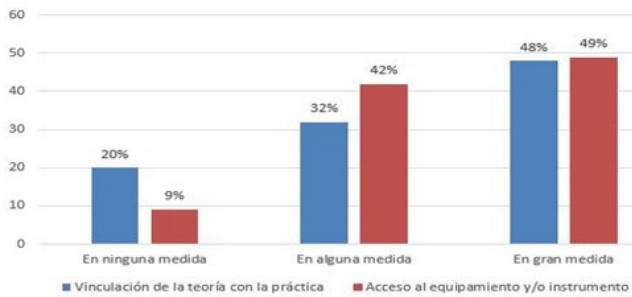
De ahí la necesidad de un modelo de Laboratorio Virtual de Antropometría, representado en la figura 2.

El modelo propuesto, está caracterizado por un

¹ Es una disciplina científico-técnica y de diseño, que estudia integralmente el sistema Trabajador - Medios de Producción - Ambiente Laboral, para que el trabajo sea eficiente, eficaz y productivo. Beneficia al hombre en su salud y desarrollo físico y psíquico (Colectivo de autores, 2006).

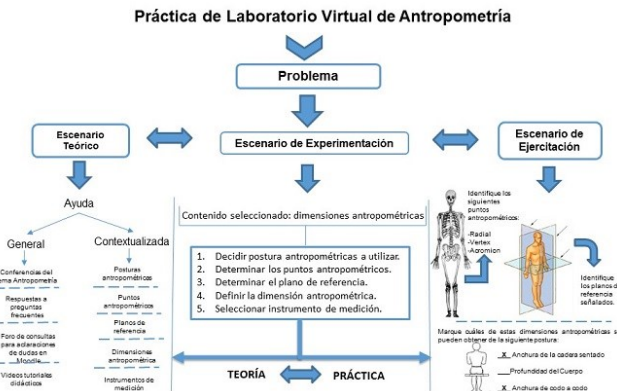
aprendizaje basado en problemas (ABP) como método de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante en el que, el mismo, adquiere conocimientos, habilidades y actitudes a través de situaciones de la vida real. Su finalidad es formar estudiantes capaces de analizar y enfrentarse a los problemas de la misma manera en que lo hará durante su desempeño profesional, es decir, valorando e integrando el saber que los conducirá a la adquisición de competencias profesionales (Bernabeu y Cònsul, 2016; Explorador de Innovación Educativa, 2016).

Figura 1. Valoración por los estudiantes de indicadores que se deben mejorar en las prácticas de laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Modelo de laboratorio virtual de Antropometría para la asignatura Ergonomía

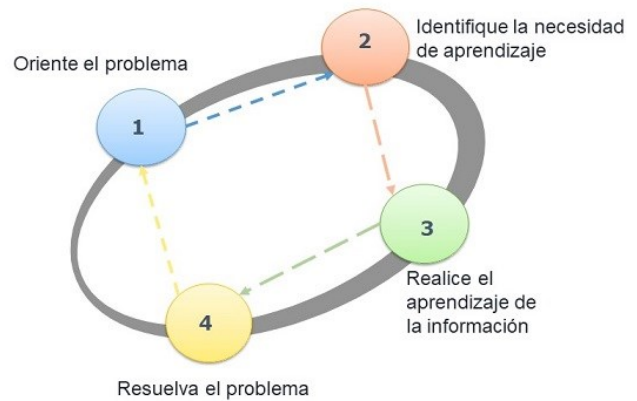


Fuente: Elaboración propia

Primeramente, se realiza un análisis en la práctica docente actual, donde primero se brinda una explicación teórica a través de las conferencias y posteriormente se plantea el problema, para que luego, aplicando la teoría aprendida, el estudiante llegue a una solución. Por tanto, se realiza una transformación a partir del adecuado empleo del método ABP en la asignatura Ergonomía en la carrera Ingeniería Industrial, para ello, se debe

plantear el problema contextualizado al modelo del profesional del ingeniero industrial. Los estudiantes en equipos o pequeños grupos identifican lo que saben acerca del mismo, y lo más importante, identifican las necesidades de aprendizaje (lo que ellos necesitan saber para poder resolverlo), se busca la información necesaria y después se resuelve el problema o se identifican problemas nuevos y se repite el ciclo (Colectivo de autores, 2009), como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Ciclo de desarrollo del Aprendizaje Basado en Problemas



Fuente: Elaboración propia

A partir de las necesidades planteadas uno de los proyectos de investigación vigentes en la CUJAE, que lleva por título: “Concepción, desarrollo, empleo y evaluación de procesos virtuales como tecnología educativa”, surge la tarea de desarrollar un modelo de Laboratorio Virtual de Antropometría (LVA) para la asignatura Ergonomía, creando las condiciones para establecer relaciones entre el conocimiento teórico de la asignatura y un ambiente de aplicación en la práctica a partir del método ABP.

Entre las características tecnológicas para la implementación del LVA se destacan las siguientes: lenguaje de programación: Java, el cual es un lenguaje de propósito general orientado a objetos. Se empleó *Netbeans*, como entorno de desarrollo integrado libre y de código abierto. El gestor de base de datos empleado fue MySQL, siendo un servidor de bases de datos relacionales muy rápido, confiable, robusto y fácil de usar, tanto para volúmenes de datos grandes como pequeños.

Las entidades principales del LVA son:

- **Evaluación:** calificación que recibe un estudiante al culminar un caso de estudio.
- **Tema:** contenido sobre el cual se basa un ejercicio.

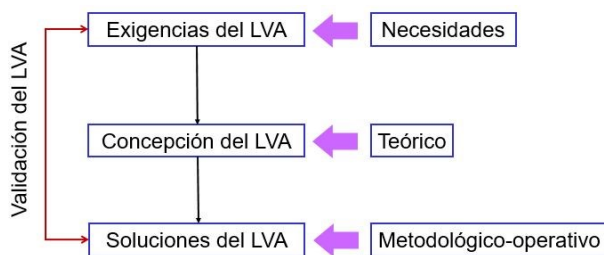
- **Instrumento:** representa los instrumentos utilizados para la toma de las dimensiones antropométricas.
- **Usuario:** representa la persona que interactúa con el laboratorio en dependencia de los privilegios que tiene (profesor, estudiante y administrador).
- **Ejercicio:** conjunto de ejercicios que brinda el LVA al usuario.
- **Caso de Estudio:** conjunto de casos de estudio que brinda el laboratorio virtual al usuario.
- **Información:** Información del tema Antropometría que brinda el sistema para la resolución de casos de estudios y ejercicios en el laboratorio virtual.

El modelo de LVA está estructurado en tres componentes: concepción, exigencias y soluciones.

3.2. Componentes del modelo de LVA

La propuesta está compuesta en un primer nivel por el componente exigencias, en el cual se abordan las necesidades que se pretenden lograr con el modelo de LVA, por tanto, estas constituyen el “deber ser” de la propuesta. El segundo nivel está compuesto por la concepción teórica del modelo de LVA, que representa la identificación de las ideas teóricas que se deben concebir para implementar del LVA. El tercer nivel está compuesto por las soluciones que representan el cómo se van a ejecutar las acciones para resolver las exigencias planteadas. En la figura 4, se muestra un esquema con los componentes por niveles, que representan la propuesta del modelo de LVA, que se construyó para potenciar la relación teoría - práctica en la asignatura Ergonomía.

Figura 4. Componentes del modelo de LVA



Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Conceptualización, exigencias y soluciones para el modelo de Laboratorio Virtual de Antropometría

En la conceptualización del modelo de LVA se definieron los aspectos siguientes:

- Acceso a la ayuda y al profesor en el momento que lo necesita;
- Flexibilidad en la determinación de las características del problema;
- Tránsito entre la actividad teórica, la ejercitación y la experimentación a partir de la solución del problema;
- Libertad de acción y avance según características personales del estudiante;
- Complementación de la información sobre equipos e instrumentos necesarios en una práctica real;
- Relación sistémica entre las prácticas donde el problema sea el hilo conductor de las prácticas;
- Registro de los resultados de la actividad del estudiante.

El estudio investigativo permitió corroborar un grupo de exigencias para garantizar la relación teoría - práctica en la asignatura Ergonomía de la carrera de Ingeniería Industrial, a partir de las cuales se le puede dar respuesta desde la introducción en el PEA de un modelo de LVA.

A continuación, se identifica cada exigencia asociada a las soluciones propuestas para el modelo de LVA (Ordoñez, 2017):

Aclaración de dudas teóricas en el momento que lo necesita. Está asociada a las siguientes soluciones:

- Ayuda contextualizada. El LVA lleva al estudiante al segmento de la ayuda que se requiera en el punto del procedimiento en que se encuentre.
- El profesor pueda hacer aclaraciones de dudas mediante un foro de consultas en Moodle.
- Respuestas a preguntas frecuentes desde la ayuda general.

El LVA propone una ayuda contextualizada, donde el estudiante va transitando por un procedimiento y se le muestra el segmento de la ayuda, que se requiera en el punto del procedimiento en que se encuentre. El estudiante puede acceder a una aclaración de dudas con los profesores, desde la ayuda general a través de un foro de consultas en la plataforma educativa Moodle. Además, se le brinda un conjunto de respuestas a Preguntas Frecuentes, las cuales fueron seleccionadas a partir de las dificultades que los estudiantes reflejan en la asimilación del contenido de las clases.

Contextualización del problema. Está asociada a la siguiente solución:

- Selección por parte del estudiante de problemas a resolver con el LV.

Se muestra un grupo de problemas previamente resueltos por el profesor, para las validaciones posteriores cuando el estudiante cometa errores. El LVA va ejecutando sus funcionalidades, dependiendo del desempeño del estudiante en el tránsito por las etapas que comprende la resolución de un problema o caso de estudio² (ver figura 5). En caso de equivocarse en el procedimiento de la práctica virtual de Antropometría, el LVA le brinda una ayuda teórica y lo orienta a realizar ejercitación hasta que logre apropiarse del contenido y obtener un resultado favorable que le permita el avance.

Figura 5. Etapas del procedimiento para la resolución de problemas



Fuente: Adaptado de (Negrón González, 2015)

Orientación del procedimiento de la práctica en estrecha relación con la teoría que lo sustenta. Está asociada a las siguientes soluciones:

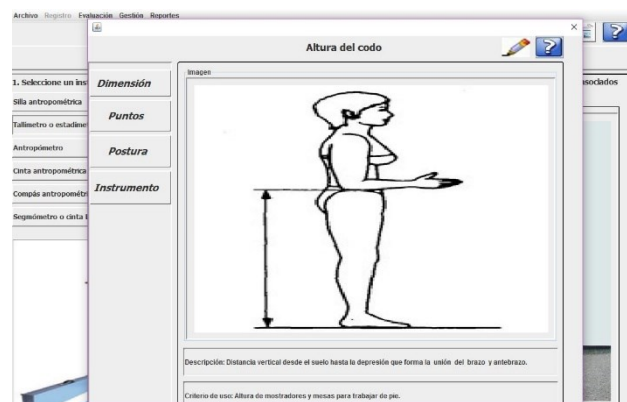
- Ejecución de la práctica a través de la guía de pasos lógicos del procedimiento.

² Problema elaborado por el profesor en el cual está contextualizado el contenido profesional de la asignatura y para resolverlo se sigue un procedimiento cuyo objetivo final es diseñar un puesto de trabajo aumentando la eficiencia, eficacia y productividad del trabajo.

- Movimiento por 3 escenarios (teórico, ejercitación y experimentación) según el desempeño y necesidades del estudiante.
- Tránsito coherente entre la información teórica, la ejercitación y la experimentación, como ejecución práctica en la solución de un problema.

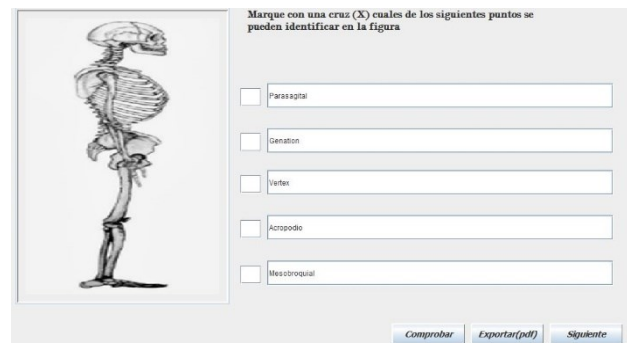
Se proponen tres escenarios en el LVA: Teórico (ver figura 5), ejercitación (ver figura 6), y experimentación (ver figura 7 y figura 8), para dar solución a un problema profesional, aplicando la teoría y la práctica que ha alcanzado.

Figura 6. Interfaz de la teoría contextualizada



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Interfaz para una tipología de ejercicio en la autoevaluación



Fuente: Elaboración propia

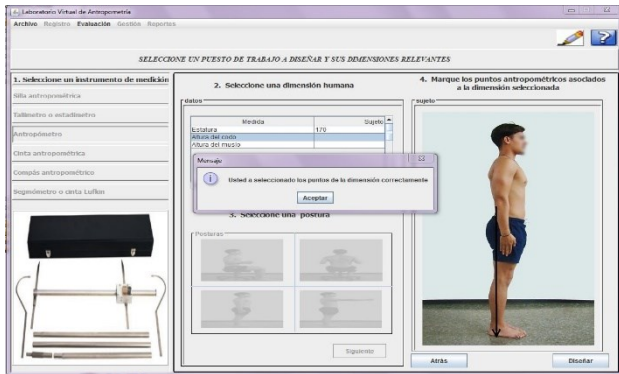
Personalización del aprendizaje durante el procedimiento de la práctica. Está asociada a la siguiente solución:

- Uso del error como elemento de control en el avance del procedimiento.

No se puede hacer en la práctica real. Se guía a un grupo de estudiante de manera íntegra por el

procedimiento. Sin embargo, en el LVA, primero el estudiante puede hacerlo tantas veces como quiera y en las condiciones que quiera, y es totalmente personalizado, va avanzando a su ritmo, por tanto, no tiene que ejecutarse estrictamente por un paso a paso lineal. Se va realizando a través del vencimiento del error.

Figura 8. Interfaz que muestran los pasos para tomar las dimensiones antropométricas



Fuente: Elaboración propia

Información teórico-práctico sobre medios e instrumentos. Está asociada a las siguientes soluciones:

- Muestra información teórica sobre el funcionamiento y criterios de uso del medio e instrumento.
- Demostraciones a través de videos sobre cómo se toma la dimensión real.

Los laboratorios reales prácticamente no tienen los equipos que se utilizan en la práctica profesional para ese tipo de medición. La idea de este LVA, es brindarle videos de cómo funcionan estos equipos, la explicación de las partes del equipo y algún especialista demostrando cómo se mide a partir de su criterio de uso.

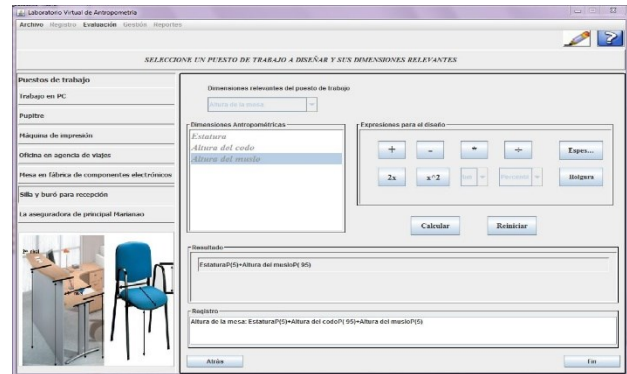
Carácter sistémico entre las prácticas de laboratorio. Está asociada a las siguientes soluciones:

- Los resultados que arroja la práctica de laboratorio virtual (PLV) en su salida, constituyen los datos de entrada, para la siguiente práctica.
- Posibilidades de realizar ajustes en prácticas anteriores y se modifique el estado de la práctica en curso.

Las cinco prácticas de laboratorio que se efectúan en la asignatura actualmente se van concatenando, pero parten de problemas diferentes divididos por temas.

La idea es que partan del mismo problema y vayan incorporando complejidad hasta que logren hacer un análisis completo de las condiciones de un puesto de trabajo. Los datos que arroja la primera práctica de laboratorio se toman como entrada a la segunda práctica, se va arrastrando el mismo caso de estudio.

Figura 9. Interfaz donde se construye la ecuación para el diseño del puesto de trabajo



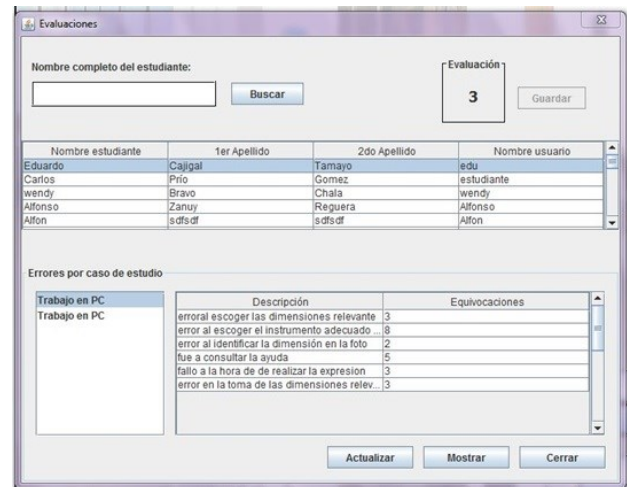
Fuente: Elaboración propia

Posibilidad por el profesor de un seguimiento y valoración de los resultados individuales de los estudiantes. Está asociada a las siguientes soluciones:

- Reporte con el registro de trazas con la trayectoria del estudiante durante la práctica virtual.
- Reporte con los resultados del estudiante.

Observar la figura 10, para consultar el reporte con las informaciones mencionadas previamente.

Figura 10. Interfaz que muestra las trazas con los errores de los estudiantes y su evaluación



Fuente: Elaboración propia

El LVA registra los resultados individuales a partir de una traza con la trayectoria del estudiante durante la experimentación, se realiza una salva y se actualizan los registros en los reportes de información. El profesor puede llevar un itinerario de la actividad del estudiante y cómo ha sido su tránsito durante la experimentación en la práctica a partir de los resultados generados por los reportes.

3.3. Validación del modelo de Laboratorio Virtual de Antropometría

La validación constituye una etapa importante para la retroalimentación que debe desarrollarse como resultado de la evaluación del LVA. Para validar la propuesta se ha tomado en cuenta el método empírico de criterio de expertos, para el cual se presenta a consideración de un grupo de especialistas, las exigencias que debe cumplir el LVA y las soluciones que se proponen para propiciar la relación teoría - práctica en la asignatura Ergonomía.

El grupo de especialistas estuvo compuesto por 8 profesionales dedicados a la investigación pedagógica, 3 especialistas con experiencia en laboratorios virtuales, y un especialista en Ergonomía. Debe destacarse que el 58% de los especialistas consultados, se desempeñan como profesores con una vasta experiencia, pues ellos tienen más de 30 años de desempeño docente. El 67% de los profesores tienen el grado de Doctor en Ciencias y poseen categorías docentes superiores: Profesor Auxiliar o Profesor Titular.

Para la aplicación del método se reunieron a los expertos en un taller y se realizó una exposición sobre la problemática que conllevó a realizar la presente investigación. Se proyectó un video didáctico para el debate, mostrando las funcionalidades del LVA. Además, se hizo una descripción de los aspectos que conforman el instrumento encuesta, realizada a partir de las soluciones propuestas por cada exigencia, mencionada anteriormente a partir de una escala, para validar la potencialidad de la propuesta del modelo de laboratorio virtual desarrollado.

3.3.1. Aplicación y discusión de la validación de los resultados

Los criterios de validación se elaboraron a partir del Método Fácil (MF10), el cual es una alternativa al Método Delphi, que se caracteriza por sistematizar criterios individuales. Se apoya en el procesamiento estadístico-matemático de las opiniones de los expertos en el tema tratado, reflejando las valoraciones individuales de los mismos, fundamentadas tanto por un análisis estrictamente

lógico como por su experiencia intuitiva (Figuroa y Flores, 2010).

Los pasos procedimentales del método son los siguientes (Urrutia y Wellington, 2014; Vásquez, 2013):

- Registro de la valoración individual correspondiente a la propuesta;
- Determinación de la frecuencia, frecuencia acumulada de los datos obtenidos;
- Determinación de los datos descriptivos con la información obtenida por los criterios de los expertos.

De manera general, se considera como aceptada la propuesta cuando todos los pasos también registren la condición de "Aceptado". Tomando en cuenta todos los detalles anteriores, la base de los resultados obtenidos se fundamenta en la opinión de 12 expertos tres áreas del saber: Pedagogía, Laboratorios virtuales y Ergonomía. Seleccionados para validar los pasos de las soluciones que se proponen, para potenciar la relación teoría-práctica en la asignatura Ergonomía a través de un LVA, observados en la Tabla 1.

Tabla 1. Pasos con las soluciones propuestas para el modelo de LVA

Pasos	Soluciones propuestas para el LVA
Paso 1	1.1 Ayuda contextualizada.
Paso 2	1.2 El profesor pueda hacer aclaraciones de dudas mediante un foro de consultas en Moodle.
Paso 3	1.3 Respuestas a preguntas frecuentes desde la ayuda general.
Paso 4	2.1 Selección por parte del estudiante de problemas a resolver con el LVA.
Paso 5	3.1 Ejecución de la práctica a través de la guía de pasos lógicos del procedimiento.
Paso 6	3.2 Movimiento por 3 escenarios (teórico, ejercitación, experimentación) según el desempeño y necesidades del estudiante.
Paso 7	3.3 Tránsito coherente entre la información teórica, la ejercitación y la experimentación, como ejecución práctica en la solución de un problema.
Paso 8	4.1 Itinerarios adaptados al estilo de aprendizaje del estudiante, a través del vencimiento del error.
Paso 9	4.2 Flexibilidad en el procedimiento de la práctica.
Paso 10	5.1 Muestra información teórica sobre el funcionamiento y criterios de uso del medio e instrumento.
Paso 11	5.2 Demostraciones a través de videos sobre cómo se toma la dimensión real.
Paso 12	6.1 Los resultados que arrojan la práctica en su salida (output), constituyen los valores de entrada (input), para la siguiente práctica.
Paso 13	6.2 Posibilidades de realizar ajustes en prácticas anteriores y se modifique el estado de la práctica en curso.
Paso 14	7.1 Registro de trazas con la trayectoria del estudiante durante la práctica.
Paso 15	7.2 Reportes automatizados con los resultados del estudiante.

Fuente: Elaboración propia

A partir de los criterios de valoración que propone MF10, la autora asume los siguientes: En gran medida = 5; En alguna medida = 4; En poca medida

= 3; En ninguna medida= 2; No tengo criterio = 1.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de los criterios de validación emitidos por los expertos en la encuesta.

Tabla 2. Resultados de las encuestas

Soluciones propuestas para el LVA	Escala de medición					Total
	En gran medida	En alguna medida	En poca medida	En ninguna medida	No tengo criterio	
1.1	9	3	0	0	0	12
1.2	8	4	0	0	0	12
1.3	7	5	0	0	0	12
2.1	9	3	0	0	0	12
3.1	11	1	0	0	0	12
3.2	9	3	0	0	0	12
3.3	9	3	0	0	0	12
4.1	4	7	0	0	1	12
4.2	8	2	1	0	1	12
5.1	8	3	1	0	0	12
5.2	6	5	0	0	1	12
6.1	5	6	0	0	1	12
6.2	7	4	0	0	1	12
7.1	12	0	0	0	0	12
7.2	10	1	1	0	0	12

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos tras la implementación del método MF10, para la validación de la propuesta sustentada en un soporte teórico, demuestran que la propuesta presentada para la resolución de la problemática es "Aceptada" de acuerdo al criterio y experiencia de los encuestados. Los detalles se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Conclusión de la validación

Pasos	Criterio de Valoración	Conclusión
Paso 1	En gran medida	Aceptado
Paso 2	En gran medida	Aceptado
Paso 3	En gran medida	Aceptado
Paso 4	En gran medida	Aceptado
Paso 5	En gran medida	Aceptado
Paso 6	En gran medida	Aceptado
Paso 7	En gran medida	Aceptado
Paso 8	En alguna medida	Aceptado
Paso 9	En alguna medida	Aceptado
Paso 10	En gran medida	Aceptado
Paso 11	En alguna medida	Aceptado
Paso 12	En alguna medida	Aceptado
Paso 13	En alguna medida	Aceptado
Paso 14	En gran medida	Aceptado
Paso 15	En gran medida	Aceptado

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, los 15 pasos pueden darse por concluidos en cuanto a su elaboración teórica según el criterio de los expertos consultados.

Aparte del criterio estadístico, los docentes participantes en el taller consideran que el modelo de LVA propuesto para potenciar la relación teoría -

práctica tiene lógica, por lo que es factible su aplicación en la docencia. Le permite al estudiante una retroalimentación inmediata, aumentando así, el interés, la seguridad en sí mismo y su motivación. Facilita encontrar la solución óptima a cada problema planteado, ya que las situaciones de entrenamiento ayudan a la formación de algoritmos que lleven al estudiante a asegurarse de que la solución encontrada es la mejor y la más productiva, y descartando otras menos valiosas.

4. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la investigación, se ha arribado a las conclusiones siguientes:

- La aplicación del método ABP en la asignatura Ergonomía para ingenieros industriales, permite una mejor articulación teoría - práctica. Los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos en situaciones concretas, con un alto protagonismo en el PEA.
- El modelo de Laboratorio Virtual de Antropometría, parte de la necesidad de solucionar un problema de la práctica profesional del ingeniero industrial, para ello el estudiante debe transitar por tres escenarios (teoría, ejercitación y experimentación) que enlazan convenientemente la teoría y la práctica. Se debe introducir al inicio de la asignatura para lograr una mayor efectividad en el PEA, facilitándole al estudiante las posibilidades de exploración y familiarización con el medio de enseñanza - aprendizaje antes de recibir una conferencia, clase práctica o práctica de laboratorio. Desde el inicio se le debe orientar al estudiante un problema contextualizado a resolver, y a través del LVA se puede identificar la teoría y resolverlo siendo coherente con el ABP.
- La propuesta fue validada por el criterio de expertos a través del método MF10, los que pudieron evaluar la pertinencia de las soluciones a las exigencias identificadas en el diagnóstico exploratorio. La validación de la propuesta arrojó la condición de "Aceptada", al propiciar la relación teoría - práctica de la Antropometría en la asignatura Ergonomía.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arena, L. E., Ré, M. A., y Giubergia, M. F. (2011). *Laboratorio Virtual para una definición operativa de masa inercial*. Paper presented at the VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.

- Bernabeu, M. D., y Cònsul, M. (2016). Aprendizaje basado en problemas: El Método ABP. Recuperado de: <https://educree.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/>
- Colectivo de autores. (2006). *Ergonomía* (1ra ed.). La Habana: Félix Varela.
- Colectivo de autores. (2007). Plan de Estudio D. Ingeniería Industrial. Presencial (pp. 308). La Habana: Ministerio de Educación Superior (MES).
- Colectivo de autores. (2009). *Preparación Pedagógica para Profesores de la Nueva Universidad Cuabana*. La Habana.
- Colectivo de autores del Proyecto "Pólvora II". (2009). Medios de Enseñanza (pp. 36). La Habana: Centro de Investigaciones Pedagógicas de la Academia de las Fuerzas Armadas Revolucionarias "General Máximo Gómez", Orden "Antonio Maceo".
- Explorador de Innovación Educativa. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas. *Fundación Telefónica*, 18 p.
- Figueroa, A. L., y Flores, M. (2010). Validación de propuestas con el método MF10.
- García Batista, G., Addine Fernández, F., Salazar Fernández, D., Pérez González, J. C., González Cano, J., García Otero, J., . . . Imbert Stable, N. (2002). *Didáctica. Teoría y Práctica*. La Habana: ISP "Enrique José Varona".
- García, G., Addine, F., Salazar, D., Pérez, J. C., González, J., García, J., . . . Imbert, N. (2002). *Didáctica. Teoría y Práctica*. La Habana: ISP "Enrique José Varona".
- Hernández, L., Resendiz, R., Ponce, S., y Estrada, R. (2012). El laboratorio virtual, un medio de enseñanza - aprendizaje de las Matemáticas. *Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI)*(1).
- Negrón González, J. C. (2015). *Requerimientos Cognoscitivos para el diseño de un Laboratorio Virtual de Antropometría*. (Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial Tesis de Pregrado), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana.
- Ordoñez, I. (2017). *Laboratorio Virtual de Antropometría para la asignatura Ergonomía en la Carrera de Ingeniería Industrial en la Cujae*. (Máster en las Tecnologías en los Procesos Educativos Tesis de Maestría), Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", La Habana.
- Panero, J., y Zelnik, M. (1983). *Las Dimensiones Humanas en los espacios interiores* (G. Gili Ed.). Barcelona: Félix Varela.
- Paredes, I., y Inciarte, A. (2006). Relación teoría-práctica en el quehacer curricular de la mención Educación Básica Integral. *Omnia*, 12(2), 25.
- Sierra, B., y Pérez, M. (2006). La comprensión de la relación teoría-práctica: una clave epistemológica de la didáctica. *Revista de Educación*, 342, 24 p.
- UNESCO. (2008). Estándares de competencia en TIC para docentes. Londres: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Urrutia, L., y Wellington, A. (2014). *Modelo de estrategias organizacionales para mejorar los niveles de ventas en el almacén Babahoyo*. (Ingeniero en Administración de Empresas y Negocios Pregrado), Universidad Regional Autónoma de los Andes, Babahoyo, Ecuador.
- Valle, A. D. (2010). *La investigación pedagógica otra mirada* (Instituto central de Ciencias Pedagógicas ed.). La Habana.
- Vásquez, M. S. (2013). *Propuesta de un sistema de gestión institucional innovado para la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto*. (Doctor en Gestión Universitaria Tesis de Doctorado), Universidad Nacional de San Martín, Perú.
- Zilberstein, J., y Silvestre, M. (2005). *Didáctica desarrolladora desde el Enfoque Histórico Cultural*. México: CEIDE.