

Jorge Barojas Weber
y Andrea Mora Gómez

Guías de estudio para laboratorios digitales

En este artículo consideramos las características de las **Guías de estudio** asociadas a cuatro laboratorios digitales: el Taller de Euclides, el Laboratorio de Funciones, el Vivero electrónico y la Mesa de Newton.

Como instrumentos de enseñanza y aprendizaje críticos en la educación a distancia, los laboratorios digitales son de los recursos más promisorios. Son escenarios computacionales para realizar experimentos virtuales con el fin de desarrollar y aplicar objetos de conocimiento específicos.

Los sistemas computacionales diseñados para realizar experimentos en la realidad virtual generada en los cuatro laboratorios digitales aquí considerados corresponden a los siguientes objetos de conocimiento: la construcción de formas geométricas en el Taller de Euclides, la visualización de soluciones de ecuaciones en el Laboratorio de Funciones, la simulación de procesos biológicos en el Vivero electrónico y el control de interacciones en la Mesa de Newton.

Tales laboratorios digitales fueron elaborados por el Instituto Galileo de Innovación Educativa y han sido cedidos al ILCE para su aplicación y modernización. La documentación que acompaña a estos cuatro laboratorios digitales comprende las siguientes secciones: **(1)** Estructura y funcionamiento del laboratorio; **(2)** Descripción de procedimientos para investigar, realizar experimentos y construir conocimientos; **(3)** Documentos de apoyo con información adicional acerca del tema; **(4)** Manual del usuario donde se explica en qué consisten las funcionalidades y características operacionales de las herramientas o componentes del laboratorio y, **(5)** Guía didáctica donde se proponen actividades y hacen recomendaciones para los docentes, con referencia a planes de estudio.

Los laboratorios digitales antes descritos fueron elaborados en épocas “prepandémicas”, durante las cuales las actividades educativas eran presenciales, en las escuelas y bajo la dirección de los docentes. Para hacer frente a las condiciones educativas actuales hemos elaborado Guías de estudio como complemento a la documentación antes indicada. Tales Guías de estudio son andamiajes psicopedagógicos de apoyo al aprendizaje; están enfocadas al trabajo autónomo e independiente de los estudiantes y consisten en la explicación clara y didáctica de tres tipos de experimentos a realizar con cada laboratorio digital: ejercicios, problemas y retos.



Características de las Guías de estudio de los laboratorios digitales

En términos muy generales, un laboratorio es un escenario donde se realizan experimentos; es decir, donde se discuten y formulan preguntas que requieren respuestas. Todos *los experimentos están cargados de teoría*, porque las preguntas que se hacen y las respuestas que se esperan obtener se formulan en el marco de los conocimientos y principios teóricos de quienes planean, realizan e interpretan lo que se hace experimentalmente. Los experimentos pretenden realizar descubrimientos, explorar regiones poco conocidas, poner a prueba ideas o hipótesis, producir efectos nuevos, resolver dudas o buscar explicaciones.

La marcha de un experimento pasa por tres etapas: (1) la preparación del sistema y la definición de las condiciones iniciales que especifican de dónde se parte y proponen a dónde se quiere llegar, (2) la realización de una serie de operaciones de interacción con el sistema para producir efectos registrables que constituyen las observaciones y mediciones del experimento: los datos que usualmente se expresan como cantidades numéricas en ciertas unidades, y (3) el análisis e interpretación de esos datos, organizados en forma de tablas o gráficas.

Lo anterior es lo que ocurre físicamente en los laboratorios donde se hacen experimentos en ciencias naturales y, con las adecuaciones del caso, es lo que se produce en los laboratorios digitales que funcionan en el mundo de la realidad virtual. Los laboratorios que operan, tanto en la realidad física como en la realidad virtual, desarrollan procedimientos sistemáticos bajo control que permiten explorar, experimentar, explicar y luego evaluar. Esto se logra utilizando las herramientas y procedimientos de cada laboratorio con el fin de variar de manera verificable los parámetros característicos del sistema en estudio, las condiciones de operación del laboratorio y los algoritmos y programas computacionales requeridos.

Las Guías de estudio de los laboratorios digitales contienen experimentos de tres tipos: *ejercicios* dedicados a obtener y manejar información que permita entender cómo funcionan las herramientas del laboratorio, *problemas* cuya solución ha de obtenerse usando tales herramientas y aplicando conocimientos y estrategias de solución requeridas por el objeto de conocimiento en cuestión y *retos*, en tanto series de problemas abiertos que constituyen un contexto de aprendizaje, con el fin de apoyar la toma de decisiones en la planeación y el desarrollo de proyectos.

En lo que sigue describimos e ilustramos, para cada laboratorio digital, las características de los tres tipos de experimentos propuestos. La estructura de la composición de cada experimento contiene cinco componentes: Título, Propósitos, Descripción, Procedimiento y Cuestionario. Salvo la componente de Descripción, las demás componentes sirven para lo mismo en todos los laboratorios digitales (Tabla I).

TABLA I. COMPONENTES DE LOS EXPERIMENTOS DE LOS LABORATORIOS DIGITALES

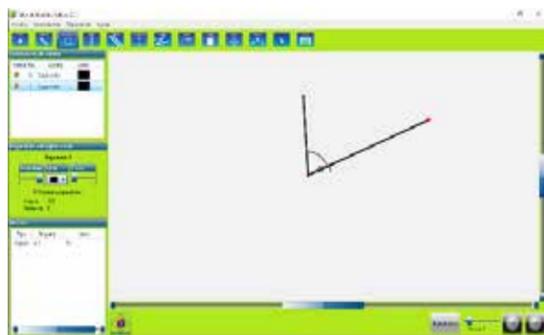
| COMPONENTE | DESCRIPCIÓN |
|--------------|---|
| TÍTULO | NOMBRE DEL EXPERIMENTO |
| PROPÓSITOS | OBJETIVOS DE APRENDIZAJE Y DE EVALUACIÓN |
| DESCRIPCIÓN | DISTINTO PARA CADA LABORATORIO Y CADA TIPO DE EXPERIMENTO |
| PROPÓSITOS | SECUENCIA DE INSTRUCCIONES QUE INCLUYEN CAPTURAS DE PANTALLA QUE DESCRIBEN EL USO DEL LABORATORIO |
| CUESTIONARIO | PREGUNTAS CON PROPÓSITOS DE VERIFICACIÓN O AUTOEVALUACIÓN |

La componente de DESCRIPCIÓN difiere para cada tipo de laboratorio porque los objetos de conocimiento son distintos; además, cada laboratorio tiene un enfoque diferente: el Taller de Euclides *construye* formas, el Laboratorio de Funciones *visualiza* soluciones de ecuaciones, el Vivero electrónico *simula* procesos biológicos y la Mesa de Newton *controla* interacciones. A continuación, presentamos para cada laboratorio digital una Tabla donde se explica en que consiste la correspondiente sección de DESCRIPCIÓN y luego una figura muestra detalles de uno de los experimentos realizados con ese laboratorio.

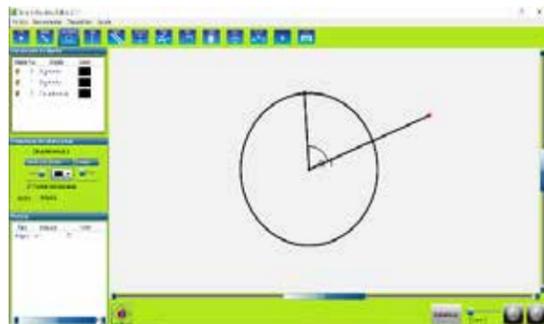
En el Laboratorio Taller de Euclides (Tabla II), la DESCRIPCIÓN es la misma para los tres tipos de experimentos (ejercicios, problemas y retos); las diferencias consisten en la selección particular de las herramientas que requiere cada tipo de experimento. Un ejemplo de experimento se muestra en la Figura 1.

TABLA II. SECCIÓN DE DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO TALLER DE EUCLIDES

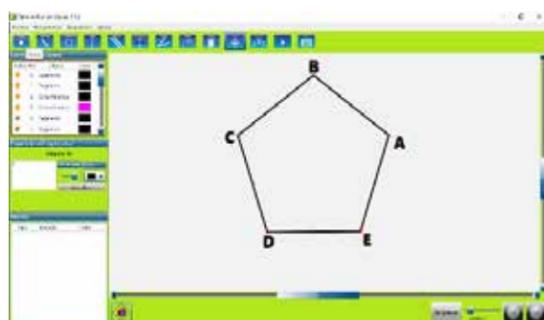
| COMPONENTE | CONTENIDO | HERRAMIENTAS |
|-------------|---|---|
| DESCRIPCIÓN | 1. DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL EXPERIMENTO | <ul style="list-style-type: none"> - HERRAMIENTAS DEL TALLER QUE SE UTILIZARÁN - ALMACÉN DE OBJETOS Y PROPIEDADES DE LOS OBJETOS - HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS - CONTROLES DEL VISOR GRÁFICO |
| | 2. CONSTRUCCIÓN DE LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS | |
| | 3. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS FIGURAS DIBUJADAS | |



1. Abre una nueva construcción en el *Taller de Euclides* y activa las *Intersecciones y Ajustes* en la Barra de herramientas.
2. Traza un segmento.
3. Traza otro segmento de manera que forme un ángulo de 72° con el primer segmento.



4. Traza una circunferencia con centro en la intersección de los segmentos y que pase por el externo del segmento más corto



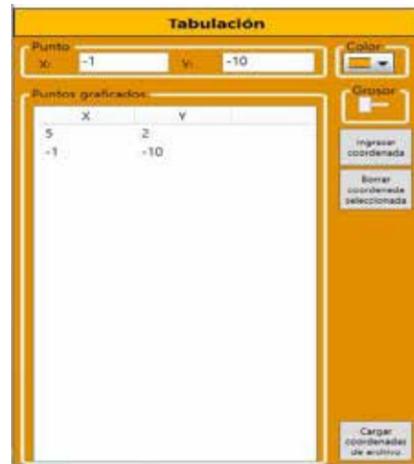
5. Traza uno de los lados del pentágono uniendo las intersecciones de los dos segmentos con la circunferencia.
6. Traza los 4 lados restantes del pentágono.
7. Toma una foto y *Guarda tu construcción*.

Fuente: Guía de estudio del Laboratorio digital del Taller de Euclides, Andrea Mora Gómez y Jorge Barojas Weber, Unidad Académica del ILCE.
 Figura 1. Detalle del experimento *Construcción de un kiosco pentagonal*, donde se propone la elaboración de los planos de la base de un kiosco pentagonal haciendo uso de la herramienta "Ángulo".

En el Laboratorio de Funciones (Tabla III), la DESCRIPCIÓN es distinta en dos aspectos para cada tipo de experimento: la lista de las herramientas del laboratorio que habrán de utilizarse y las indicaciones acerca de lo que se necesita hacer con esas herramientas. Un ejemplo de experimento se muestra en la Figura 2.

TABLA III. SECCIÓN DE DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO DE FUNCIONES.

| EXPERIMENTO | HERRAMIENTAS | INDICACIONES |
|-------------|--|--|
| EJERCICIOS | 1. LA BARRA DE HERRAMIENTAS · EL VISOR GRÁFICO O PANTALLA DE DESPLIEGUE DE GRÁFICAS · LOS CONTROLES DE GRAFICACIÓN 2. LA MEMORIA DE FUNCIONES 3. COMPONENTES DEL EDITOR DE FUNCIONES · EL VISOR DE EXPRESIONES · EL ASISTENTE DE EDICIÓN · EL REGISTRO DE PARÁMETROS · EL DESPLIEGUE DE TABULACIONES | FAMILIARIZARSE CON EL USO DE LAS HERRAMIENTAS DEL LABORATORIO. DESCRIBIR LAS PROPIEDADES DE LAS FUNCIONES DE TIPO: · LINEAL · CUADRÁTICA · TRIGONOMÉTRICA · EXPONENCIAL · LOGARÍTMICA |
| PROBLEMAS | 1. LA BARRA DE HERRAMIENTAS · EL VISOR GRÁFICO O PANTALLA DE DESPLIEGUE DE GRÁFICAS · LOS CONTROLES DE GRAFICACIÓN 2. LA MEMORIA DE FUNCIONES 3. COMPONENTES DEL EDITOR DE FUNCIONES · EL VISOR DE EXPRESIONES · EL ASISTENTE DE EDICIÓN · EL REGISTRO DE PARÁMETROS · EL DESPLIEGUE DE TABULACIONES | PLANTEAR LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA EN TÉRMINOS DE UNA O MÁS ECUACIONES CUYAS SOLUCIONES SEAN FUNCIONES COMO LAS CONSIDERADAS EN LOS EJERCICIOS. LOGRAR QUE LAS DESCRIPCIONES DE LAS PROPIEDADES DE LAS FUNCIONES QUE SON SOLUCIÓN DE ECUACIONES REPRESENTEN LAS RESPUESTAS QUE SE OBTIENEN AL RESOLVER EL PROBLEMA. |
| RETOS | 1. LA BARRA DE HERRAMIENTAS · EL VISOR GRÁFICO O PANTALLA DE DESPLIEGUE DE GRÁFICAS · LOS CONTROLES DE GRAFICACIÓN 2. LA MEMORIA DE FUNCIONES 3. COMPONENTES DEL EDITOR DE FUNCIONES · EL VISOR DE EXPRESIONES · EL ASISTENTE DE EDICIÓN · EL REGISTRO DE PARÁMETROS · EL DESPLIEGUE DE TABULACIONES · EL TABLERO DE DERIVACIÓN · EL TABLERO DE INTEGRACIÓN · EL TABLERO DE LOS SÓLIDOS DE REVOLUCIÓN | OBTENER Y RESOLVER LAS ECUACIONES QUE PERMITEN DESCRIBIR, EXPLICAR Y PREDECIR COMPORTAMIENTOS EN SISTEMAS COMPLICADOS. ABORDAR PROYECTOS COMO SERIES DE PROBLEMAS CUYAS SOLUCIONES SE EXPLICAN UTILIZANDO LOS RECURSOS DE VISUALIZACIÓN QUE PERMITE EL LABORATORIO DIGITAL. |



1. Crea una Nueva construcción desplegando el menú "Archivo" situado en la Barra de herramientas.
2. Captura en los espacios "X" y "Y" valores para generar coordenadas y pulsa el botón "ingresar coordenada". En este ejemplo agregaremos los valores (5,2) y (-1, -10)

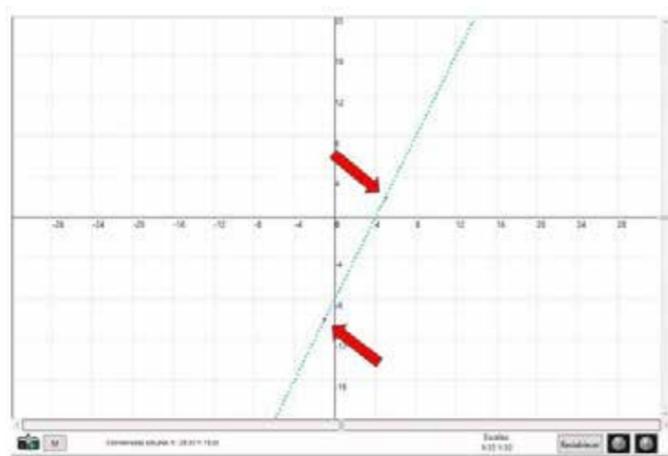


3. Para obtener la recta que pasa por esos dos puntos, hay que calcular la respectiva pendiente.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$
4. Ahora hay que sustituir el valor obtenido en la forma de una ecuación de primer grado.

$$y = mx + b$$
5. De manera que la ecuación de la recta que pasa por los dos puntos que ingresamos es:

$$y = 2x - 8$$



6. Selecciona la función en la Memoria de funciones y cambia el color en el Visor de expresiones.
7. Nota como los puntos que ingresamos en el paso 4 se localizan sobre la gráfica de la función.
8. Toma una Foto y guarda tu construcción.

Figura 2. Detalle del experimento Recta que pasa por dos puntos, donde se muestra la gráfica de la función lineal $y = 2x - 8$ en función del número de botellas PET vendidas. la elaboración de los planos de una construcción pentagonal haciendo uso de la herramienta "Ángulo" del Taller de Euclides.

Fuente: Guía de estudio del laboratorio digital Laboratorio de funciones, Andrea Mora Gómez y Jorge Barojas Weber. Unidad Académica del ILCE.

En el Vivero electrónico, la DESCRIPCIÓN (Tabla IV) es diferente para cada tipo de experimento en cuanto a los procedimientos específicos que describen cómo se desarrollan las etapas de realización de los ejercicios, problemas o retos. Un ejemplo de experimento se muestra en la Figura 3.

TABLA IV. SECCIÓN DE DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO VIVERO ELECTRÓNICO

ETAPAS DE REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. SELECCIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL EXPERIMENTO: CULTIVO, SUELO, CLIMA Y LA FECHA EN QUE SE VA A SEMBRAR.
2. REALIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN DE CLIMAS: OBSERVACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA PLANTA Y DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FRUTO QUE PRODUCE.
3. ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS GRÁFICAS Y LOS HISTOGRAMAS QUE CARACTERIZAN LA SIMULACIÓN RESPECTO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS Y LAS VARIABLES DEL CULTIVO.

| EXPERIMENTO | PROCESOS ESPECÍFICOS PARA CADA TIPO DE EXPERIMENTO |
|-------------|--|
| EJERCICIOS | <ul style="list-style-type: none"> · EN LA SECCIÓN JUEGA Y APRENDE: SELECCIONAR LAS CONDICIONES INICIALES DEL EXPERIMENTO. · EN LA SECCIÓN ANALIZAR EXPERIMENTO: ESTUDIAR EN LA PANTALLA LA EVOLUCIÓN DE LAS GRÁFICAS Y LOS HISTOGRAMAS QUE DESCRIBEN LA SIMULACIÓN. |
| PROBLEMAS | <ul style="list-style-type: none"> · RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN RELATIVA A LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO. · PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES DEL CULTIVO QUE PROPICIEN UN MEJOR CRECIMIENTO DE LA PLANTA Y LA MÁXIMA PRODUCTIVIDAD DEL FRUTO. · REALIZACIÓN DE EXPERIMENTOS DE SIMULACIÓN PARA ANALIZAR LA EVOLUCIÓN DE LAS SIMULACIONES Y COMPARAR LOS CAMBIOS QUE SE PRODUCEN EN EL COMPORTAMIENTO DE LA PLANTA. · REGISTRO E INTERPRETACIÓN DE DATOS OBTENIDOS AL REALIZAR LA SIMULACIÓN CON EL FIN DE PONER A PRUEBA LA(S) HIPÓTESIS Y PRECISAR EN QUÉ MEDIDA SE HA RESUELTO EL PROBLEMA. |
| RETOS | <p>ABORDAR EL RETO REQUIERE DESARROLLAR UN CONTEXTO DE APRENDIZAJE, MISMO QUE COMPRENDE TRES ELEMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> · DESCRIPCIÓN DE UNA SERIE DE PROBLEMAS ABIERTOS Y DEMANDANTES QUE CARACTERIZAN A UNA SITUACIÓN PROBLEMATIZADORA. · FORMULACIÓN DE PREGUNTAS GENERADORAS QUE ABORDAN DETALLES CONCRETOS DE LA SITUACIÓN PROBLEMATIZADORA. · RESPUESTA A LAS PREGUNTAS GENERADORAS MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE EXPERIMENTOS DE SIMULACIÓN UTILIZANDO LOS RECURSOS Y PROCEDIMIENTOS DEL VIVERO ELECTRÓNICO. |

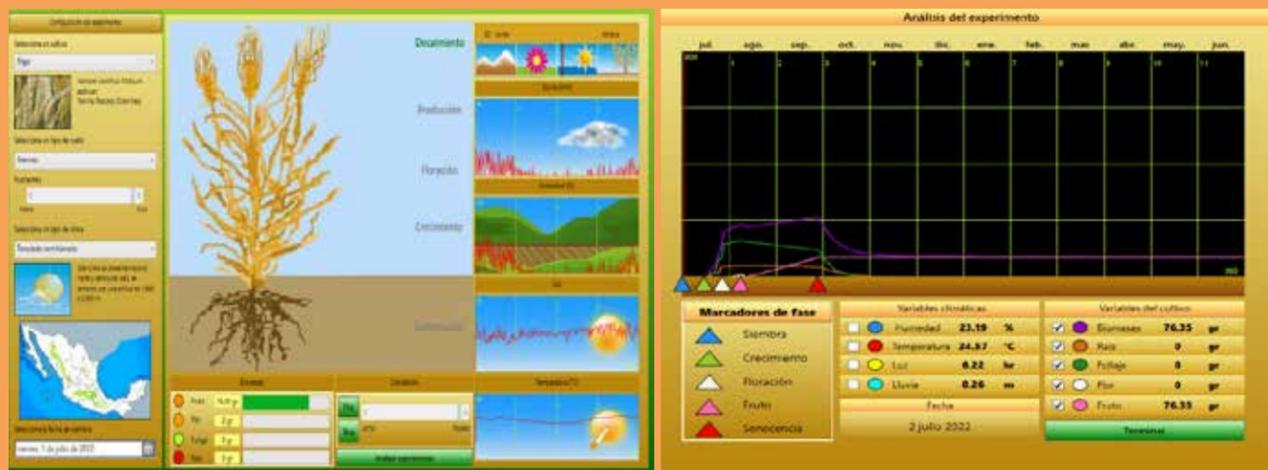
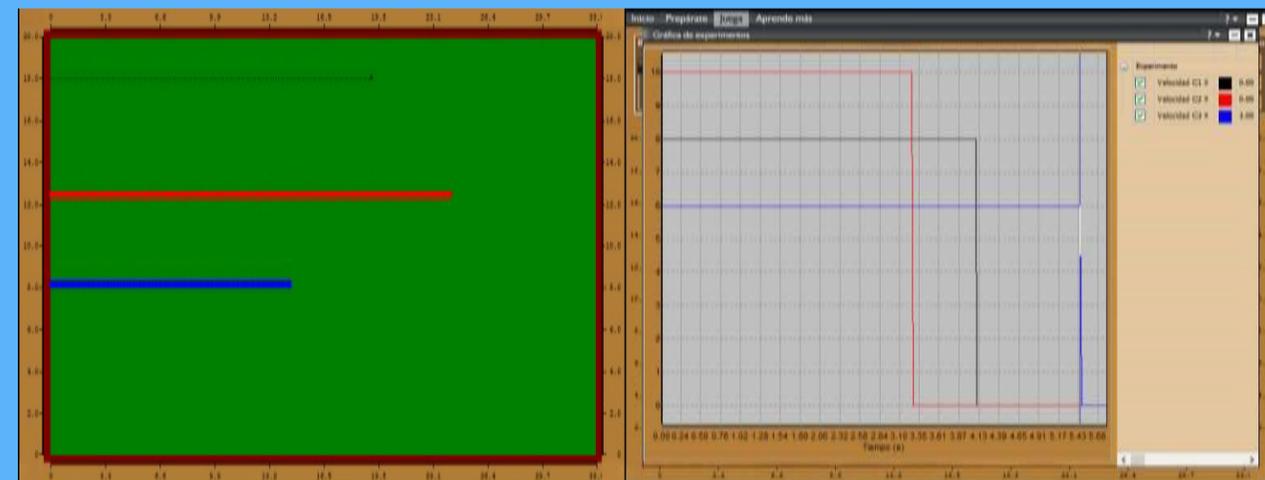


Figura 3. Detalle del experimento *Las fases de los cultivos* donde se analizan las características de distintos cultivos (imagen de la izquierda) y se detectan los meses del año que resultan ser más frutíferos para cada cultivo (imagen de la derecha).

Fuente: Guía de estudio del laboratorio digital Vivero electrónico, Daniela Sánchez Ramírez y Jorge Barojas Weber. Unidad Académica del ILCE.



Fuente: Guía de estudio del laboratorio digital Mesa de Newton, Jorge Barojas Weber y Carlos Maximino Campos. Unidad Académica del ILCE.

Figura 4. Detalle del experimento *Movimiento rectilíneo de tres bolas con diferentes velocidades*, donde se observan las distancias recorridas durante un tiempo fijo (imagen de la izquierda) y los cambios en la dirección de la velocidad cuando cada bola rebota con el borde de la mesa (imagen de la derecha).

En la Mesa de Newton la DESCRIPCIÓN (Tabla V) es la misma en los tres tipos de experimentos según las secciones indicadas en la Guía didáctica; sin embargo, la temática abordada es distinta en cada experimento. Un ejemplo de experimento se muestra en la Figura 4.

TABLA V. SECCIÓN DE DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO MESA DE NEWTON

SECCIONES DE LA GUÍA DIDÁCTICA

- PREPÁRATE PARA JUGAR: EXPLICACIÓN DE CÓMO USAR EL LABORATORIO.
- JUEGA Y APRENDE: ESPACIO DONDE EL ESTUDIANTE INVESTIGA, REALIZA EXPERIMENTOS Y CONSTRUYE EL CONOCIMIENTO.
- APRENDE MÁS: EXPERIMENTOS PREVIAMENTE DISEÑADOS PARA AMPLIAR LOS CONOCIMIENTOS DE FÍSICA.

| EXPERIMENTO | TEMÁTICA DE LOS EXPERIMENTOS |
|-------------|---|
| EJERCICIOS | <ul style="list-style-type: none"> · MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME DE UNA PARTÍCULA. · CINEMÁTICA DEL MOVIMIENTO DE UNA PARTÍCULA. · EFECTOS DEL TAMAÑO DE LA MESA, LA ELASTICIDAD, LA FRICCIÓN Y LA RESISTENCIA. |
| PROBLEMAS | <ul style="list-style-type: none"> · CONDICIONES DE LA INTERACCIÓN CUANDO HAY COLISIONES. · EFECTOS DEL CAMBIO EN LAS CONDICIONES DE LAS INTERACCIONES DE UNA BOLA. · COLISIONES ENTRE DOS O TRES BOLAS. |
| RETOS | <ul style="list-style-type: none"> · PLANTEAMIENTO Y PRUEBA DE SIMULACIONES PARA VALIDAR LA(S) HIPÓTESIS. · EFECTOS DE LA VARIACIÓN DE LA INCLINACIÓN DE LA MESA. |

Conclusiones

Son múltiples las formas de aprender y diversos los recursos para promover el aprendizaje. Ello obedece al hecho de que aprendemos de maneras muy diversas y por lo tanto, existe una gran variedad de rutas para transitar de lo que vamos a aprender (objetivos, métodos y contenidos) para llegar a lo aprendido (resultados, logros y dificultades).

Podemos considerar dos rutas extremas: las del acceso libre donde todo es posible, y las de acceso restringido, con todo predefinido y detallado. Van por la libre quienes tienen experiencia y manejan con destreza sus recursos, aprenden por sí solos y casi no necesitan ayuda externa. Van por las otras rutas quienes empiezan, tienen dificultades o se enfrentan a obstáculos difíciles: requieren de ayuda externa. Esta gran mayoría de aprendices dependen del maestro y están condicionados por planes y programas de estudio, libros de texto, tareas, exámenes y demás.

Sin embargo, existe una ruta intermedia, la que propician los recursos tecnológicos como los utilizados en los programas y proyectos de educación a distancia. Como muestra de ello, aquí hemos descrito las Guías de estudio correspondientes a cuatro laboratorios digitales.

Para saber cómo está el pastel, hay que probarlo

Si desea conocer más sobre los laboratorios digitales del ILCE, escriba a nuestro correo de la revista: revistailce@ilce.edu.mx

Ficha de los autores:

Jorge Barojas Weber: jorge.barojas@ilce.edu.mx

Profesor del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias y tutor en el Doctorado en Ciencias de la Administración (línea de investigación en administración del conocimiento), ambas de la UNAM. Actualmente adscrito a la Unidad Académica del ILCE.

Andrea Mora Gómez: mora.andrea25@hotmail.com

Pasante de la carrera de Licenciatura en Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente realiza su servicio social colaborando en proyectos de la Unidad Académica del ILCE.

DIPLOMADOS
DOCENTES • EB • EMS
EDUCACIÓN BÁSICA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

Incorporación de
la **perspectiva**
de **género** en
el sector educativo



Docentes de Educación **Básica** y **Media Superior**

PRÓXIMAMENTE

www.ilce.edu.mx
vinculacion@ilce.edu.mx