

Uso de una cámara digital para estudiar la caída de los cuerpos

Cecilia Pérez Millán

Ceciliaperezmillan.at.yahoo.com.ar

UNS - Febrero 2009

Uso de Nuevas Tecnologías en la Enseñanza de la Física

5,6,19 y 20 de Diciembre, 2008

UNS-Bahía Blanca

En el marco de un curso de capacitación docente se realizaron varias actividades que permitieran a los docentes familiarizarse con diferentes software e instrumentos de medición, en especial con una cámara digital. La utilización del software abrió nuevas posibilidades para el procesamiento de datos. El trabajo muestra algunas de las experiencias realizadas a partir de las nuevas tecnologías, enfocándose en el método y brevemente se muestran algunos resultados.

Introducción general

Las nuevas tecnologías cambiaron vertiginosamente la modalidad de trabajo y estudio de la ciencia. En particular, en física el desarrollo de software de cálculo, de procesamiento digital y mediciones más precisas da la oportunidad de cambiar métodos y experiencias tradicionales por otras alternativas.

Estos cambios deben ser analizados en función de los objetivos didácticos y de las funciones que se adjudiquen a las prácticas de laboratorio docente. El marco de desarrollo de este curso es de capacitación docente, razón por la cual las experiencias se enfocan en los métodos, en el procesamiento de datos, de manera que los docentes a partir de ellos y de su creatividad personal puedan apropiarse de estas nuevas metodologías y utilizarlas en su ámbito laboral.

Es fundamental la posibilidad de que los docentes puedan capacitarse en el uso de las nuevas tecnologías, más aún en el marco del Año de Enseñanza de las Ciencias. De esta manera podrán formar a sus alumnos en estos aspectos que son tan vigentes en la sociedad actual. No se puede separar la enseñanza de las ciencias, de la formación ciudadana.

La formación científica debería permitir el desarrollo de

- ✓ la capacidad de diálogo, de respeto por las ideas y trabajo en equipo,
- ✓ la capacidad de experimentación, de buscar sustento de las ideas en la naturaleza,

de buscar diferentes alternativas

- la capacidad de discriminar, ordenar, y abstraer, en particular, en este caso frente a la gran cantidad de información a la que pueden acceder los alumnos con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

No se puede esperar esto, si los mismos docentes no logran realizarlo por sí mismos y dentro del colectivo de colegas.

El marco pedagógico es un marco constructivista. Actualmente la mayoría se proclama constructivista para unos significa una cosa, para otros, otra. En este caso, se quiere decir que cada componente de la planificación docente para el proceso de enseñanza-aprendizaje se realiza considerando los siguientes principios¹:

- El conocimiento es construido por el sujeto cognoscente.
- La función cognitiva es adaptativa, y permite al que aprende, la construcción de explicaciones viables sobre las experiencias.
- El proceso de construcción de significados está siempre influenciado por el entorno social del cual el individuo forma parte.

A lo largo del desarrollo de este trabajo se irán presentando algunas de las experiencias trabajadas en el curso, enfocando el método de realización, con la presentación de algunos resultados y algunas sugerencias sobre otras experiencias que se podrían realizar utilizando las mismas herramientas.

¹ Citadas por el Dr. Chrobak en los Apuntes de Cátedra *Laboratorio Docente* en la modalidad a distancia. Año 2008.

Desarrollo

Filmación de experiencias

Experiencia 1: Globos

Introducción

Esta experiencia consiste en dejar globos en caída libre. Esta caída es filmada y analizada con el software apropiado. La filmación, es una sucesión de fotogramas a intervalos regulares de tiempo. Su análisis permite comprobar que los globos alcanzan una velocidad límite.

Desarrollo

El objetivo es filmar la caída libre de los globos. Entonces se marca una distancia de dos metros para utilizar de escala como puede observarse en la figura 1.



Figura 1: Escala para la experiencia

Se coloca la cámara a una distancia tal que se observe bien la trayectoria del globo y se filman varios videos con globos de diferentes volúmenes, como se ve en la figura 2.



Figura 2: distintos tamaños de globos

Una vez que se tiene la filmación, se transfiere a la PC. Si el formato de la misma es AVI, entonces directamente se puede pasar al procesamiento de datos. Sino, es necesario un convertidor de formato de videos, como el RAD Tools (no permite el formato 3gp) para transformarlo y poder trabajar.

La interfaz del software, DataPoint, se presenta en la figura 3.

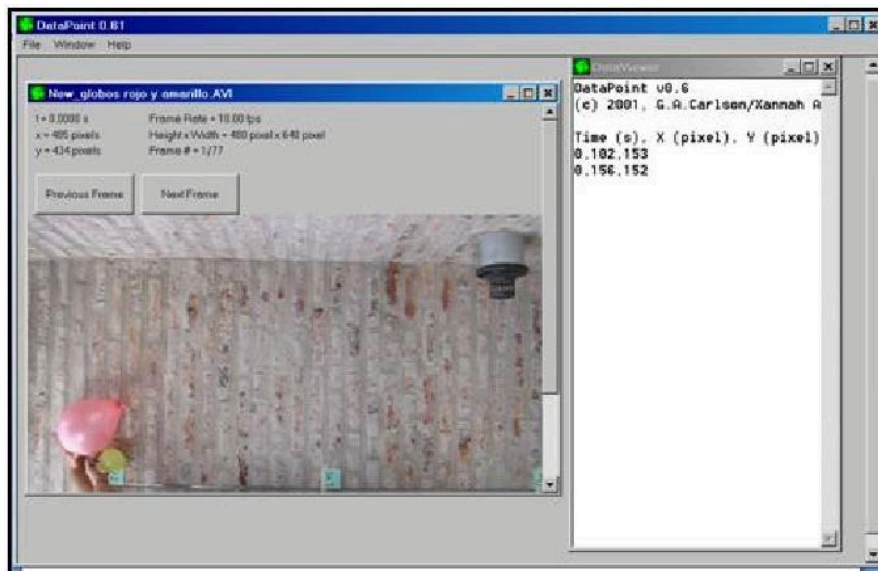


Figura 3: Interfaz del Software

DataPoint pasa fotograma por fotograma del video, con los botones Previous y Next. Al posicionar el mouse sobre el fotograma, va guardando en una lista las coordenadas de tiempo, y posición. En la figura 3 puede verse la lista al lado del video, y los botones que se mencionan. En esta lista

también pueden realizarse anotaciones. De esta manera se evitan confusiones, por ejemplo entre los puntos marcados para la escala y los puntos de trayectoria.

Luego, en el menú *File* se selecciona Save Data File y los datos se guardan en un archivo txt. El Excel permite abrir estos archivos. Pero antes de esto, es necesario cerciorarse cuál es el separador de decimales en cada uno de los archivos y poner en el archivo txt con el comando reemplazar el mismo separador que el Excel.

Con los datos se pueden realizar las gráficas de posición en función del tiempo. A continuación se presenta un tabla con los diámetros horizontales de los globos y luego los gráficos que se elaboraron con cada filmación. En el gráfico se consideró el eje y positivo dirigido hacia abajo.

Tabla 1: Orden de globos de acuerdo al tamaño.

Globo	Diámetro horizontal(m)
Amarillo	0,13
Azul	0,15
Naranja	0,18
Rosa	0,21
Verde	0,23
Rojo	0,26

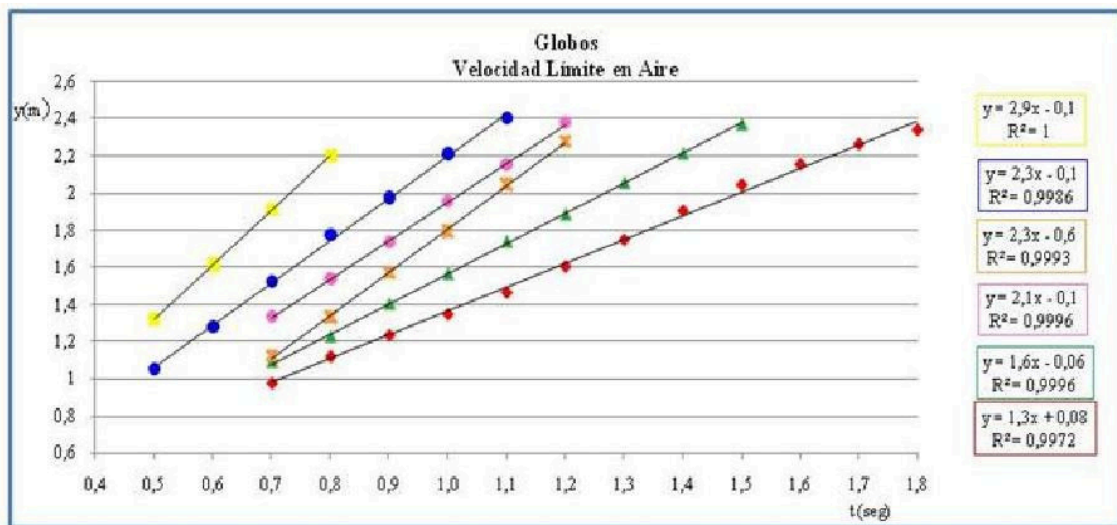


Figura 4: gráfico velocidad límite de los globos

Excepto en el caso de los globos naranja y azul, en el resto de los casos se ve que cuanto mayor tamaño menor velocidad límite. Los gráficos muestran los puntos utilizados para calcular la

velocidad límite. Considérense los extremos, es decir, el globo rojo y el globo amarillo. El globo amarillo recién se pudieron utilizar puntos por debajo de 1,2 m (recordar que el eje es positivo hacia abajo) y en el globo rojo antes de que recorriera un metro se pudieron utilizar los puntos. Estos resultados son de una sola filmación por globo, no hay estadística en estos datos.

Experiencia 2: Sombra

Introducción

Se puso un objeto para que deslizará sobre una superficie. El objetivo era proyectarle una sombra, conociendo que la caída del objeto tenía aceleración constante, se buscaba encontrar el comportamiento de la sombra.

Desarrollo

En la figura 2 pueden observarse fotogramas del objeto y su sombra. El objeto tenía una cuerda colgada a un peso, de manera que venciera el rozamiento estático y cayera con aceleración constante. Se colocó la cámara de manera frontal al dispositivo para captar bien el movimiento del objeto y la sombra.

Si se observa en la figura 6 se ve que un esquema del dispositivo experimental. Una sencilla deducción basada en argumentos geométricos, permite concluir que la diferencia entre las aceleraciones es una constante

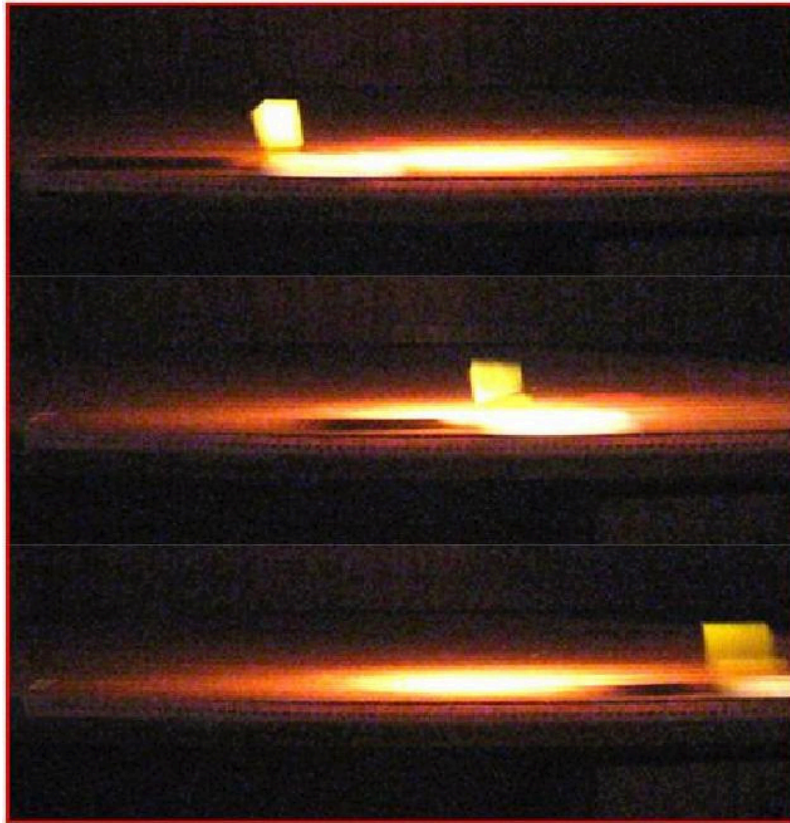


Figura 5: fotogramas

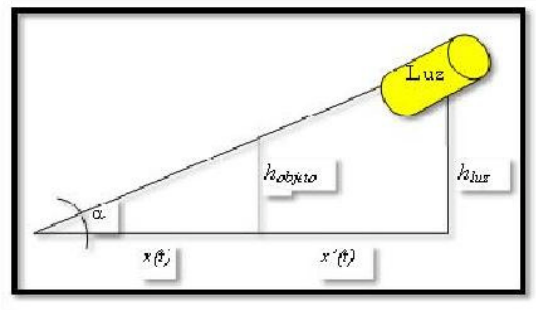


Figura 6: dispositivo experimental

Por semejanza de triángulos se obtiene:

$$\frac{x(t)+x'(t)}{x(t)} = 1 + \frac{x'(t)}{x(t)} = \frac{h_{luz}}{h_{objeto}}$$

(1)

Donde $x(t)$ es la posición de la sombra y $x'(t)$ es la posición del objeto. Si se despeja $x(t)$ en función de $x'(t)$, se obtiene:

$$x(t) = x'(t) \left(\frac{h_{luz}}{h_{objeto}} - 1 \right)^{-1} \quad (2)$$

como la diferencia es una constante y la trayectoria de $x'(t)$ es una trayectoria con aceleración constante, por lo tanto una parábola, entonces también debería serlo $x(t)$. La figura 7 muestra el gráfico para el objeto y la sombra, donde se ajustó a los datos una parábola en cada caso, se puede observar que el ajuste es bueno. Luego podrían hacerse cambios en la altura de la lámpara y verificar como varía, o hacerse cambios en la altura del objeto. Verificar que sucede cuando la diferencia de alturas es muy poca y el valor del paréntesis se acerca a cero. O con los datos de las alturas y los datos de los ajuste hacer una correlación de parámetros; dependerá de la intencionalidad del docente.

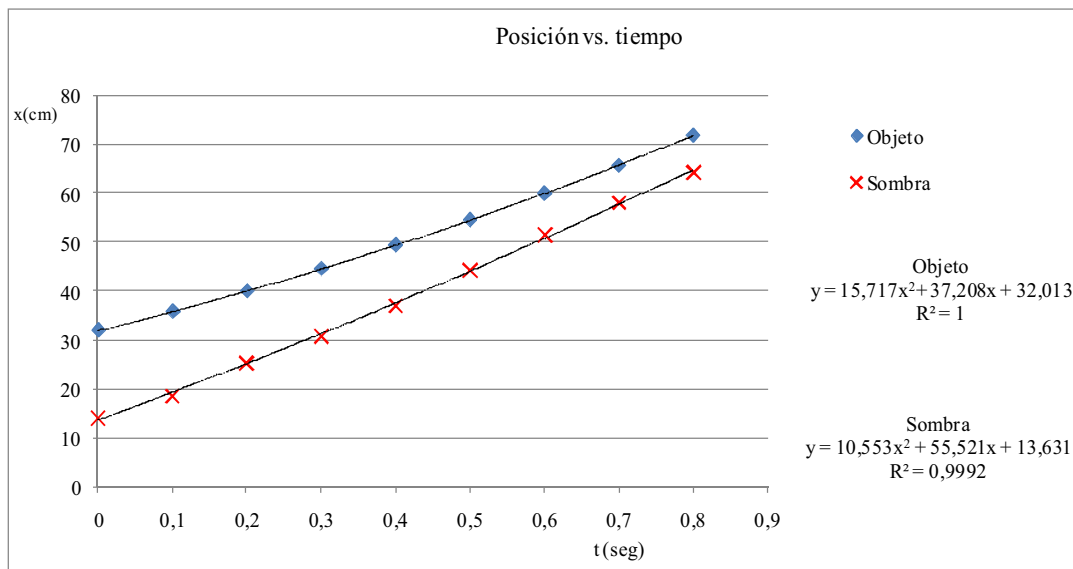


Figura 7: trayectoria del objeto y su sombra

Otras posibilidades:

Funciones que podrían atribuirse a estas prácticas:

Experiencia 1:

- Muestra cualitativa del comportamiento de la dinámica en un fluido.

- Manejo de la cámara digital y software para experimentar.
- Contrastación de predicciones sobre la influencia del aire en una caída libre.

Experiencia 2:

- Modelado teórico de la relación entre las aceleraciones objeto-sombra y contrastación experimental.
- Aplicación física de la derivada. Contrastación experimental.
- Correlación de parámetros teóricos con experimentales.

Utilización de este método:

- Verificar o encontrar experimentalmente la relación de Stokes: se necesitan cuerpos esféricos, pueden ser globos poco inflados que quedan lo suficientemente redondos, pero en ese caso el tiempo de caída es mucho menor. Sino puede ser cualquier bolita de distintos diámetros en aceite o en glicerina. Si fueran de menor densidad que el líquido podría medirse el tiempo de subida, también se observa que alcanzan velocidad límite. Pero esto no puede hacerse con glicerina porque necesita estabilizarse durante un tiempo mayor que el tiempo de subida de cualquier objeto.
- Utilizar la relación de Stokes para verificar el valor del Empuje. Iguales recomendaciones que en el punto anterior.
- Hay infinidad de posibilidades que se pueden filmar.
 - En la siguiente fotografía se muestra un dispositivo de madera que permite filmar dos bolitas que caen a la misma vez, una con tiro oblicuo y otra en caída vertical. Con el mismo método con el Data Point pueden marcarse posición vs. tiempo y verificar que el tiempo de caída es el mismo.

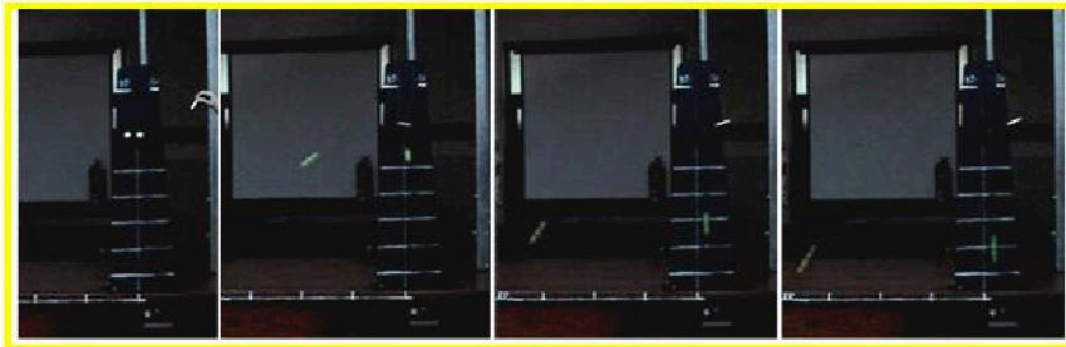


Figura 8: dispositivo experimental para tiempo de caída

Conclusión

La realización de las experiencias, si bien no fue exhaustiva, arrojaron buenos resultados, permitieron la visualización de los fenómenos y el procesamiento de datos con el software apropiado. Se mostraron dos experiencias y se realizaron algunas sugerencias.

Cada experiencia tiene sus complicaciones de armado propio. Para conocerlas, manejarlas y minimizar errores el docente debe realizarlas primero para dar una orientación efectiva a los alumnos. Por eso el armado de los dispositivos fue totalmente casero. La cámara digital, es una cámara de 4x, cuya resolución de video es 640x480, muchos teléfonos celulares vienen equipados para realizar esta filmación, aunque hay que verificar en qué formato para que sea posible convertir y utilizar. Prácticas de este estilo pueden realizarse tanto en el nivel universitario, como terciario y medio. Cada una con las funciones y contenidos propios del nivel. La práctica de la sombra, es un problema presentado en general en la asignatura análisis matemático 1. Puede utilizarse la filmación ya hecha por el docente y que los alumnos realicen un análisis de contrastación con la relación encontrada. Pero, en el nivel medio, se puede plantear como la determinación de una ley experimental y ver cómo depende la aceleración de la sombra con distintas alturas de la lámpara.

Es fundamental considerar las incertezas asociadas a cada método. Cada vez que quiero posicionar en un punto el mouse ¿con intervalo de incerteza realizo esta medida? Se podrá tomar como parámetro la desviación standard al intentar seleccionar diez veces el mismo punto. Depende de los criterios con los que se trabaja. Una puesta en común de resultados también puede permitir una discusión abierta sobre este tema.

Las nuevas posibilidades que se le ocurran a un docente podrán ser experimentadas por el mismo y verificar si logra los resultados que espera según el objetivo de su práctica. La filmación permite capturar el tiempo, y trabajar con variables dependientes del tiempo, prácticas que a veces se complicaban mucho porque al ser tan cortos los tiempos de medida, la utilización del cronómetro involucraba una incerteza tal que los resultados no eran buenos y no podían emplearse con funciones didácticas.

Digitalización de Imágenes

y

Ajuste de funciones

Este método es parecido al método anterior, pero en vez de trabajar con los fotogramas a intervalos regulares de tiempo, sólo se trabaja con una imagen. Al ser sólo una imagen, la resolución suele ser mayor por lo que las incertezas involucradas suelen ser menores.

A continuación se presentan algunas experiencias, en la primera se utilizó un software de digitalización de imágenes y luego se trabajó en la planilla de cálculo. En la segunda se trabajó todo directamente sobre la planilla de cálculo.

Experiencia 1: Trayectoria de la gota de agua.

Introducción

El objetivo de diseñar un experimento será analizar la trayectoria $y(x)$ de una gota de agua, para verificar si se puede, o no, considerar como un tiro oblicuo. Se utilizará el modelo que ya se conoce, para aplicarlo a un nuevo fenómeno y verificar si dentro de las condiciones de este modelo puede analizarse también la trayectoria del agua.

Se construyó un modelo para el caso en que una partícula se lanza con velocidad v_0 formando un ángulo α por encima de la línea horizontal de la superficie (ver figura 9). Para esto se consideraron las siguientes condiciones ideales:

- el tiro es cercano a la superficie terrestre, por lo tanto la aceleración producida por la gravedad puede considerarse constante.
- la interacción de la partícula con el aire puede despreciarse.

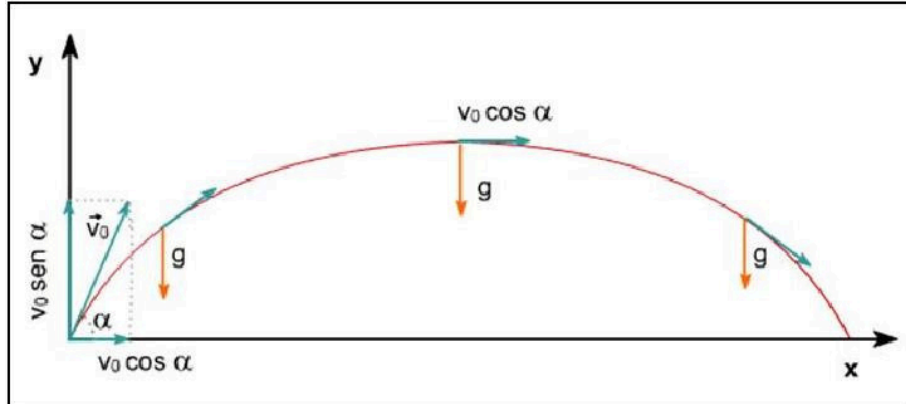


Figura 9: representación de un tiro oblicuo

De acuerdo a estas consideraciones se obtuvo la siguiente ecuación que describe la trayectoria de la partícula en este tiro.

$$y(x) = -\frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} (x - x_0)^2 + \tan \alpha (x - x_0) + y_0 \quad (3)$$

Si se escribe la ecuación de la parábola en forma polinómica:

$$y(x) = A(x - x_0)^2 + B(x - x_0) + C \quad (4)$$

entonces tenemos que los parámetros A, B y C para este caso son:

$$A = -\frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad (5)$$

$$B = \tan \alpha \quad (6)$$

y, finalmente,

$$C = y_0 \quad (7)$$

La pregunta que guía el experimento, como ya se nombró previamente, es:

- ¿la trayectoria de una gota de agua es igual a la de una partícula?

Es decir, ¿tiene la misma forma funcional una partícula en el tiro oblicuo estudiado en cinemática que una partícula de líquido?

Desarrollo

Se necesita tomar datos de la trayectoria. Para esto, se van a tomar fotos de la trayectoria de un chorro de agua al salir de una manguera. Al hacer esto se realiza la suposición de que cada gota realiza la misma trayectoria la misma partícula a lo largo del tiempo. Sería como grabar la trayectoria de una pelota y luego superponer cuadro por cuadro.

Para el trabajo con las fotos es necesario conocer la escala por lo tanto se requiere armar un sistema de referencia que sirva de guía en la imagen a tomar para el trabajo posterior.

Se coloca una manguera de forma tal que el agua salga con velocidad v_0 formando un ángulo con la horizontal. De esta manera se tiene la trayectoria sobre la cual se quiere trabajar. La foto en la figura 10 muestra el dispositivo experimental, al que se le agregaron digitalmente los ejes cartesianos.

La foto analizada, para el presente proyecto, se hizo sobre una escala de fondo de 160 cm horizontal y 60 cm vertical. El ángulo aproximado de salida del chorro de agua era 45° .

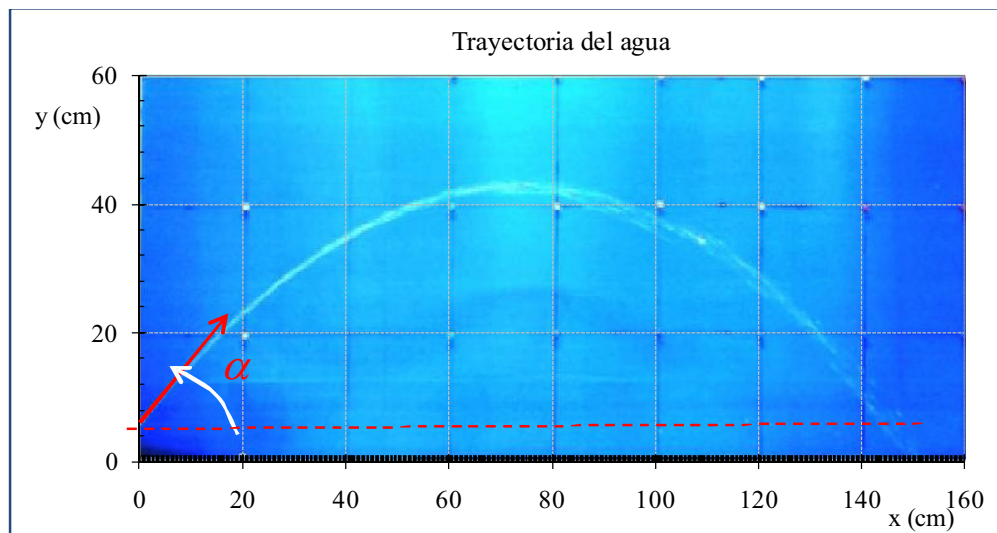


Figura 10: Dispositivo experimental para registrar la trayectoria del agua

Una vez que ya se obtuvo la foto, se procede a trabajar en el software para generar la lista de puntos (x,y) que conforman la trayectoria del agua. En este caso se trabajó con un programa llamado *xy extract*. La interfaz del programa se muestra en la figura 11.

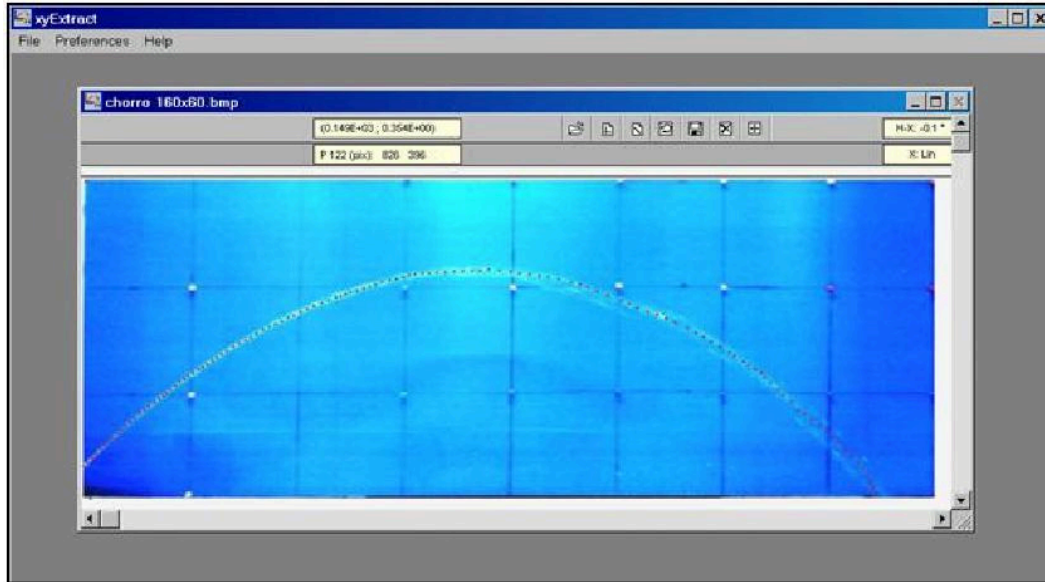


Figura 11: Interfaz gráfica del software de digitalización.

Al abrir el programa, en el comando *File* se selecciona la opción para cargar un archivo de imagen. El programa solicita como primer paso establecer la escala. Luego se marcan sobre la imagen los puntos sobre la trayectoria como puede observarse en la figura 11.

Cuando todos los puntos ya se marcaron, entonces puede guardarse un archivo de texto con los datos. A continuación este mismo archivo se puede abrir en el software con el que se quieren analizar los datos, en este caso, una planilla de cálculo de Excel.

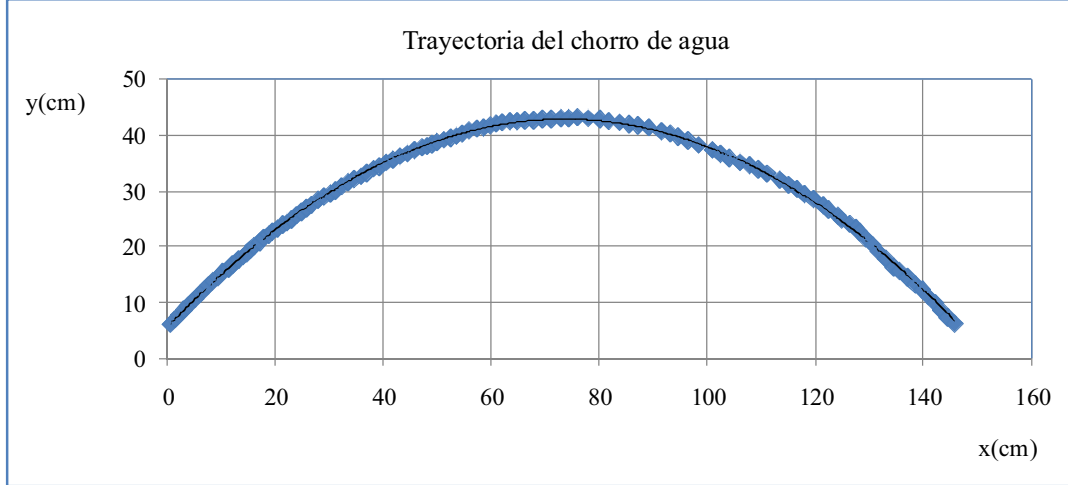


Figura 12: presentación gráfica de los datos obtenidos al digitalizar la foto

Análisis de Datos.

Con la tabla de datos lo que se quiere hacer es encontrar una función parabólica como la expresada en la ecuación (3) y analizar si ésta es una buena descripción de la trayectoria observada.

Se va a trabajar en la planilla de cálculo generando una función que tome los puntos x de la tabla y genere puntos y a los que se llamarán y_{ajuste} dado que lo que se busca es lograr una función ajuste para los datos obtenidos. Seguramente si se prueba con cualquier función no se encontrará directamente, entonces será necesario poder variar los parámetros de esta función, que serán A , B , C y x_0 según se expresa en la ecuación (4).

Para realizar esta variación de parámetros el programa Excel cuenta con la posibilidad de agregar un control de números. En la barra de herramientas de programador en el botón insertar está la opción del control de números cuyo símbolo es un botón que se muestra en la figura 13.

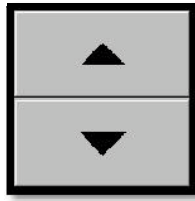


Figura 13: imagen del control de número.

Luego se coloca el botón en la planilla de cálculo y en el menú contextual se elige la opción formato de control. La interfaz que aparece con esta opción se muestra en la figura 14. En este cuadro se puede elegir con qué celda se quiere asociar el botón, qué valor se le dará a la celda y con qué intervalo se quiere realizar el incremento.

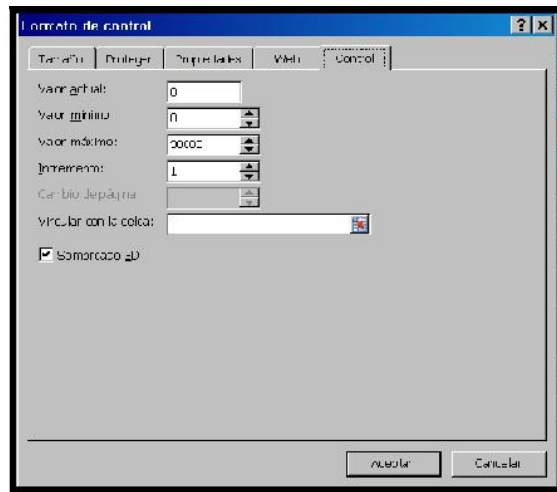


Figura 14: Opciones del control de número

Los parámetros que se quieren variar hasta encontrar la función deseada, A , B , C y x_0 dependen de la velocidad inicial, del ángulo, y de la posición inicial. Puede armarse una tabla como la que se muestra en la tabla 1. Es importante saber estimar los parámetros de los que depende la trayectoria porque sino el proceso para encontrar la función de ajuste puede tomarse muy largo².

² Por ejemplo para estimar la velocidad inicial se puede llenar un recipiente de volumen conocido y tomar el tiempo. Con estos datos se tiene el caudal que por la ecuación de continuidad se conoce que es proporcional al área por la velocidad, se mide el área y se estima un valor para la velocidad.

Tabla 2: valor de los parámetros de la función de ajuste

Valores de los parámetros		Control de número	
Gravedad (cm/s ²)	981		
v ₀ (cm/s)	380	3800	
α(grados)	45,36	4536	
α(radianes)	0,79		
cosα	0,70		
tanα	1,01		
x ₀	0	0	
y ₀	5,37	537	

En esta tabla se consignan los valores de los parámetros y se asignan los controles de números necesarios para variarlos.

Para una mejor visualización se varía el ángulo en grados sexagesimales, y la celda posterior realiza la conversión a radianes para las operaciones trigonométricas.

Como el control de números permite incrementos enteros solamente, entonces se le asigna a una celda cualquiera y a la celda del parámetro se le asigna el valor de esta celda dividido por 10, 100 o 1000 o según se quiera la variación. De esta manera el incremento en el parámetro puede hacerse tan pequeño como se quiera. Por esta razón la tabla 2, posee una celda intermedia entre el control y el parámetro, ya que los incrementos se realizan en esta celda que está directamente asociada a la del parámetro.

En la tabla 3 se muestran, para ejemplificar, los primeros valores experimentales junto a los valores de ajuste. Estos valores de ajuste son el producto del cálculo de y a partir de la ecuación (4), asociado a cada valor de x .

Tabla 3: Puntos xy experimentales y de ajuste.

Datos desde el xy extract		Puntos de la Función de ajuste		Cálculo para Chi ²
x(cm)	y exp (cm)	y ajuste (cm)	(y exp-y ajuste) ²	
-0,03	5,51	5,34	0,03	
0,68	6,24	6,06	0,03	
1,58	7,16	6,95	0,04	
2,30	7,89	7,66	0,05	
3,20	8,81	8,54	0,07	
3,92	9,55	9,23	0,10	
4,63	10,28	9,91	0,13	
5,35	10,83	10,59	0,06	
6,25	11,75	11,43	0,10	

Dependiendo de los parámetros se encontrarán mejores parábolas para realizar este ajuste. Es necesario tener alguna función de peso que exprese cuantitativamente cuánto se acerca la parábola de ajuste a la trayectoria obtenida experimentalmente. En este caso se utilizó el Chi², como parámetro estadístico. El mismo se mostrará en la última fila de la tabla 3. Realizar el cálculo de este parámetro permite ir observando en la variación más fina de los parámetros cuál es el valor más conveniente.

Resultados.

Del análisis de datos con la foto del chorro de agua, cuya salida se efectúa a 45°, se obtuvieron los parámetros que se muestran a continuación, junto con el valor de Chi².

Tabla 4. Resultados finales del ajuste.

Parámetros de la pábola en forma polinómica	
A	-0,01
B	1,01
C	5,37
Chi ²	0,011

La ecuación de la función ajuste obtenida, tal como se expresa en la ecuación (4) es:

$$y(x) = -0,01x^2 + 1,01x + 5,37 \tag{8}$$

El valor de Chi² muestra que éste es un buen ajuste para la trayectoria de la gota de agua. Dado que estos parámetros, como podía verse en las ecuaciones (5), (6) y (7), dependían de los

parámetros propios de la trayectoria de una partícula en un tiro oblicuo, puede concluirse que una gota de agua puede tratarse como una partícula puntual. Gráficamente se muestra como están superpuestas ambas curvas: trayectoria y función de ajuste.

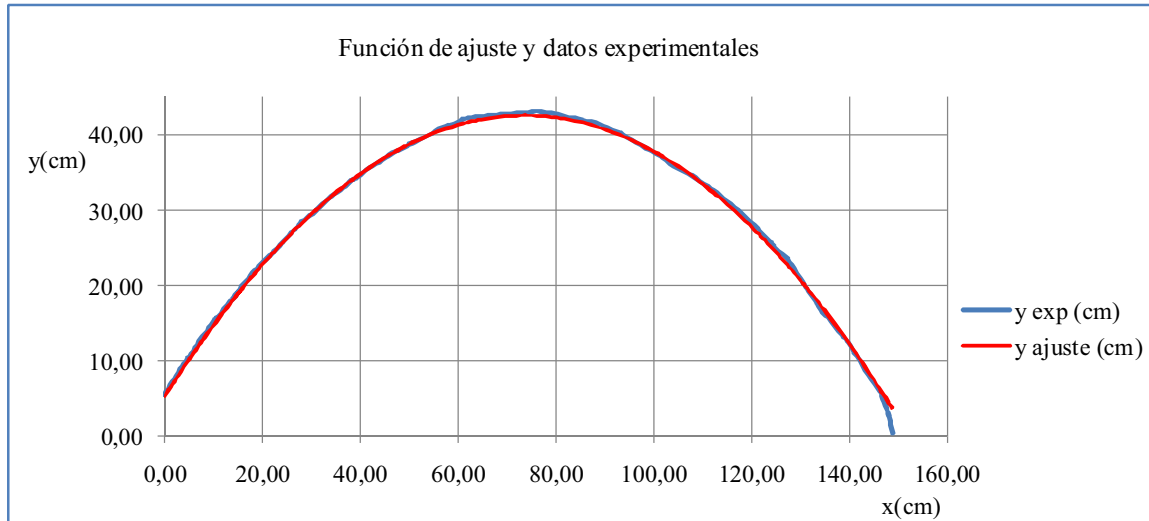


Figura 15: superposición trayectoria y función encontrada.

En este trabajo tampoco se consideran con detenimiento el tratamiento de las incertezas de medición, tema que no debería dejarse de lado al momento de aplicación en el aula. Hay que considerar, la incerteza al marcar la referencia y al marcar los puntos de la trayectoria. Esto último se ve con claridad en el propio gráfico (figura 14). Finalmente en la función calculada sí se realizó un cálculo para tener una medida cuantitativa de la bondad del ajuste.

Experiencia 2: Deflexión de una barra por su propio peso.

Introducción:

En esta experiencia se ajusta una función derivada de un desarrollo teórico a la deflexión de la barra por su propio peso.

Desarrollo

Se mantuvo una barra metálica y se fotografió, como se muestra en la figura 16

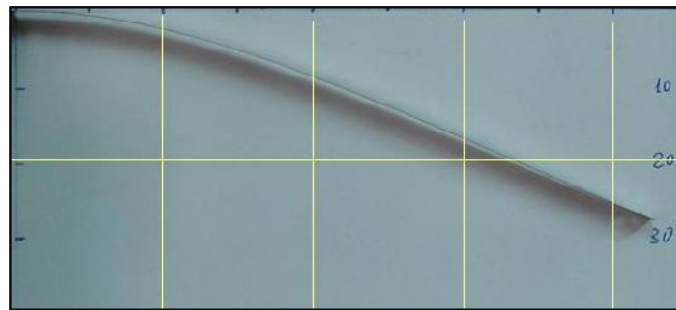


Figura 16: deflexión de la barra.

En vez de digitalizar la imagen, se creó un gráfico en el excel cuyos ejes tuvieran las mismas dimensiones que la escala de fondo de la barra. Entonces se generó una función en ese gráfico y con el mismo procedimiento de control de número explicado en la experiencia anterior se ajustó la curva.

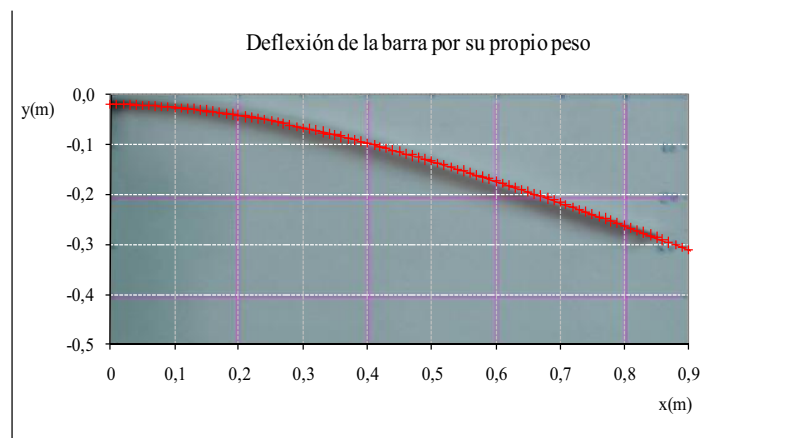


Figura 17: ajuste de función para la barra

La función derivada de la función teórica tenía la forma:

$$y = y_0 + \frac{gmL}{(24EI)}(x - x_0)^2(6L - 4(x - x_0) + (x - x_0)^2 / L) \quad (9)$$

donde g es la aceleración de la gravedad, m la masa, I la inercia respecto del origen, L el largo de la barra y E el módulo de Young.

Como se conocían todos los parámetros menos el módulo de Young se calculó el mismo y se comparó con el conocido para el acero. A continuación se muestra la planilla de cálculo, con las celdas de los parámetros y los controles de número y el valor obtenido para E. El resto de las medidas están en el sistema internacional. A partir de estos valores de las celdas se generó la función que se mostró en la figura 17.

La función es de la forma			
$y=y_0+A*(x-x_0)^2*(6L-4(x-x_0)+(x-x_0)^2/L)$			
a=	1,02E-03		
b=	0,035		
m=	0,2439	0,271	
E=	2,460E+11	6,60E+03	<input type="text"/>
g=	9,8		
L=	0,9		
I=	3,09519E-12	A=	-0,117719
		y ₀ =	0,02
E(Gpa)=	246,0	x ₀ =	0

Figura 18: Planilla de cálculo del trabajo.

Otras posibilidades.

Una vez ya conocido el procedimiento se puede trabajar con más de una imagen, de manera que las conclusiones tengan mayor respaldo experimental.

Por otro lado, a partir del resultado obtenido, pueden realizarse otros análisis mediante las fotos. Por ejemplo se pueden realizar tiros a distintos ángulos para realizar la comprobación experimental respecto a qué ángulo produce el mayor alcance. También puede comprobarse que para ángulos complementarios el alcance es el mismo.

Se pueden ajustar diferentes funciones como la de la catenaria, fotografiando a una cadena colgada, o si se quiere trabajar en coordenadas polares la reflexión de la luz en una superficie esférica, o sobre obras públicas. A continuación se muestran imágenes de estos ejemplos las posibilidades son muchas.

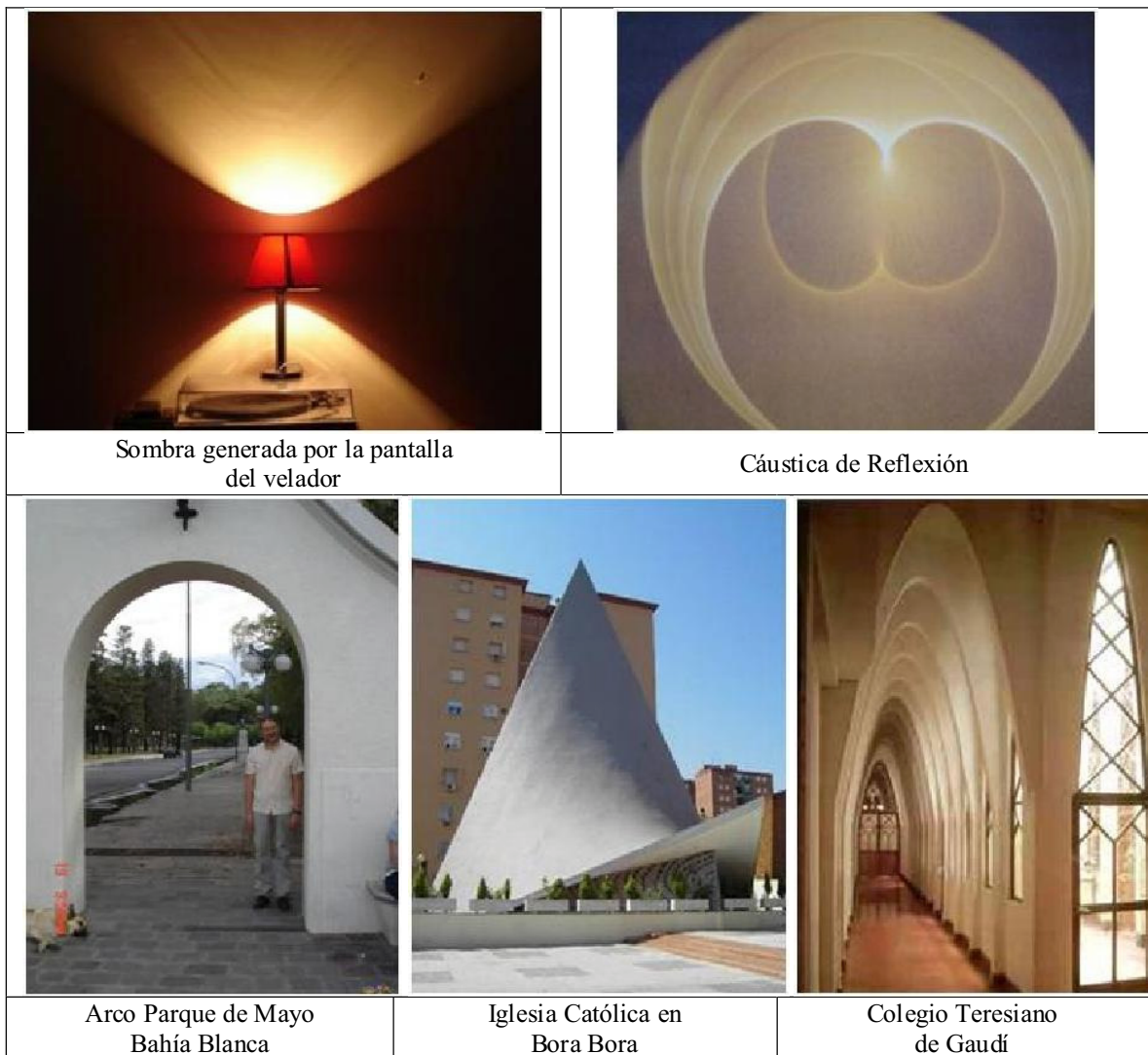


Figura 19: ejemplos para trabajar en una digitalización

Conclusión

El objetivo principal de esta experiencia con el agua y con la barra era mostrar una experiencia sencilla que permitiera introducir al cálculo de funciones de ajuste. En general nunca se explican estos procedimientos y con el software “mágicamente” aparecen los resultados o, si es una regresión lineal, lo pueden hacer casi todos los modelos de calculadoras.

El motivo subyacente es lograr que el análisis realizado de los datos obtenidos tenga una mayor significatividad lógica y, como consecuencia, los alumnos puedan alcanzar un aprendizaje

significativo. Mejor aún si todo el proceso es acompañado de herramientas metacognitivas. También cabe destacar que es parte del papel del educador en ciencias propiciar las experiencias que permitan verdaderos aprendizajes. El desarrollo de experiencias de este estilo implica el contacto directo de los alumnos con el fenómeno y la participación activa para diseñarlo y llevarlo a cabo. Por supuesto que puede desvirtuarse y presentar la foto sacada, y el procedimiento como una receta. Es también papel del docente reflexionar y planificar la mejor manera de realizar un proyecto de este tipo propiciando el desarrollo de la capacidad crítica del alumno. Por ejemplo, si le dan al alumno la foto sacada, se perderá la posibilidad de trabajar con la escala que conviene poner, con la incerteza asociada, con las dificultades propias de lograr que el chorro de agua salga como se busca o con la posibilidad de estimar mejor los parámetros, etc.

Finalmente este proyecto es una propuesta más para poder mostrar como algo que ya se aprendió y se conoce puede utilizarse para analizar y comprender fenómenos nuevos. Y permite también introducirse y profundizar en el uso de las nuevas tecnologías, como herramienta de análisis para el tratamiento de datos.

Otras Tecnologías

Se nombran dos más en forma sucinta. Existen otras tecnologías que se mencionaron durante el curso realizado. Una de ellas es un software denominado Photo Profile que permite medir intensidad en función de la posición en una fotografía. Otro desarrollo que se hizo fue utilizar un micrófono común y un software que lee archivos de sonido (.wav). No se desarrollarán con tanto detalle como las tecnologías anteriores, pero se hará una breve mención en este apartado.

El software Photo Profile tiene varias opciones, ya que permite medir intensidad, colores y otros parámetros. Estas medidas se realizan sobre una línea seleccionada por quien opera el programa. La interfaz del programa, el tipo de tabla de datos y un gráfico de intensidad se muestran a continuación.

El patrón de difracción que se muestra se logró con dos minas de lápiz para portamina. Se sostuvieron con un broche de ropa frente a un puntero láser. También se puede lograr con un cabello. Son varias los cálculos que se pueden realizar, ya sea para posición de máximos y mínimos o encontrar el ancho de rendija. También se pueden tomar fotografías de distintas

situaciones y medir intensidad en función de distancia, o en función del espesor de láminas que atraviese la luz.

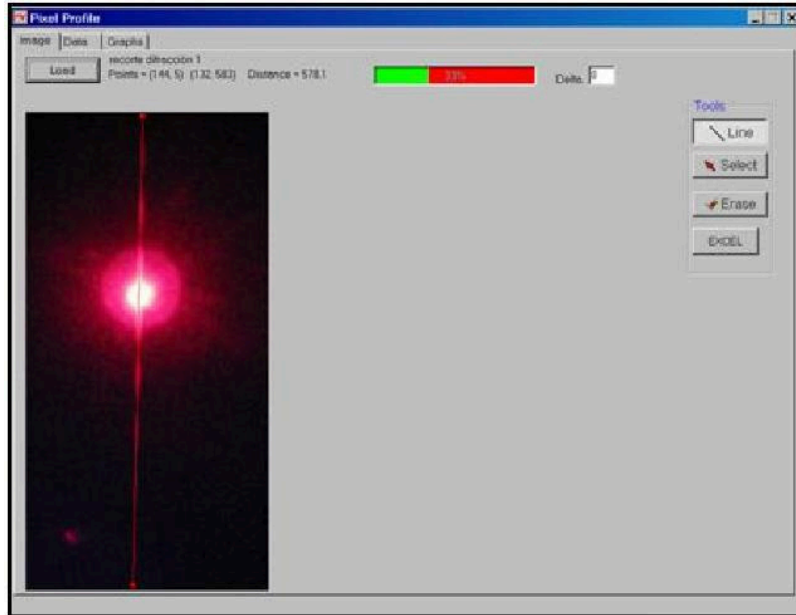


Figura 20: interfaz gráfica del Photo_Profile

#	X	Y	R	G	B	I	H	S	V
0	601,5	185,5	60	8	30	32	335	221	60
1	601,5	186,5	69	12	29	36	343	210	69
2	601,5	187,5	67	9	24	33	345	220	67
3	601,5	188,5	72	14	26	37	348	205	72
4	601,5	189,5	65	9	18	30	351	219	65
5	601,5	190,5	56	5	10	23	355	232	56
6	601,5	191,5	66	13	21	33	351	204	66
7	601,5	192,5	63	5	17	28	348	234	63
8	601,5	193,5	69	9	21	33	348	221	69
9	601,5	194,5	68	8	20	32	348	225	68
10	601,5	195,5	67	6	21	31	346	232	67
11	601,5	196,5	71	9	30	36	340	222	71
12	601,5	197,5	74	12	35	40	338	213	74
13	601,5	198,5	67	8	30	35	338	224	67
14	601,5	199,5	70	11	33	38	338	214	70
15	601,5	200,5	75	16	38	43	338	200	75
16	601,5	201,5	70	8	31	36	338	225	70
17	601,5	202,5	76	12	36	41	338	214	76
18	601,5	203,5	77	9	32	39	340	225	77
19	601,5	204,5	84	12	34	43	342	218	84
20	601,5	205,5	78	5	25	36	344	238	78
21	601,5	206,5	79	6	26	37	344	235	79
22	601,5	207,5	79	4	24	35	344	242	79
23	601,5	208,5	81	4	24	36	345	242	81
24	601,5	209,5	78	1	17	32	348	251	78
25	601,5	210,5	86	13	24	41	351	216	86
26	601,5	211,5	80	8	19	35	351	229	80
27	601,5	212,5	79	9	20	36	351	225	79

Figura 21: Lista de datos que proporciona Photo_Profile sobre la línea marcada sobre la imagen

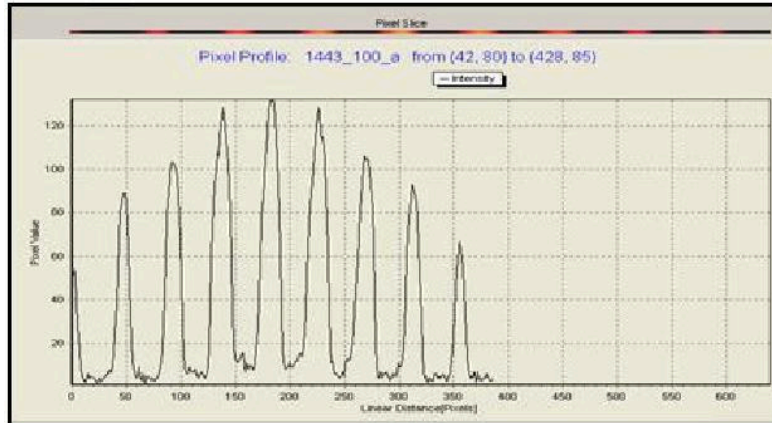


Figura 22: gráfica de intensidad en un patrón de difracción

Con un micrófono, por ejemplo, se puede grabar un pulso generado y luego su reflexión dentro de un tubo, o se puede grabar como cambia la frecuencia en una cuerda de guitarra en función de la tensión. Existen softwares como el *Originlab* que permiten abrir archivos de sonido y graficar, para encontrar la diferencia de tiempos entre pulsos. También permite realizar una transformación para conocer la frecuencia.

Conclusión General

La realización de este curso de capacitación permitió a los docentes conocer y familiarizarse con los métodos presentados a lo largo de este trabajo. Las experiencias fueron algunos ejemplos de utilización concreta de estos métodos. El docente en su ámbito, con sus particularidades propias, al planificar experiencias de laboratorio mediante los métodos presentados posee otras herramientas para la concreción de las mismas.

Por otro lado una capacitación de este estilo permitió trabajar también fuera del curso, con una cámara digital comercial y la PC de la casa, como es el caso de la caída de globos, las imágenes de difracción y la sombra del objeto, que se realizaron en la casa del autor.

También se mostraron muchos informes en otra cantidad de situaciones. Todo esto nos concientiza aún más de los cambios vertiginosos y de la importancia de las nuevas tecnologías en la Enseñanza de la Física. Lograr esta concientización es importante sobre todo para los docentes que no trabajan en ámbito universitario ya que no están en contacto con la investigación. Hablar de la docencia universitaria implica un capítulo aparte, y, por otro lado, si bien fue un curso realizado en la universidad y en el departamento de física, sólo tres docentes del mismo asistieron al curso completo, el resto eran docentes de nivel medio.

Con bajos costos y elementos que suelen estar en los establecimientos educativos de la provincia de Buenos Aires, se abrieron posibilidades para gran cantidad de experiencias. Dentro del ámbito laboral, incorporar estos métodos, o cualquier otro, debe ser realizado críticamente en función de los objetivos didácticos y de las funciones asignadas a las prácticas docentes. Todo lo que se compartió en el curso, permite relacionar las realidades virtuales, con las realidades físicas y también establecer vinculaciones matemáticas. Pero todo esto no quedó ahí, sino que se trabajó también sobre la importancia de compartir resultados, de generar proyectos más interesantes y de compartir los informes en la red.

Todas las actividades se pueden enmarcar en el paradigma pedagógico planteado ya que implican la actividad de los alumnos, y son ellos los protagonistas de la experiencia.

Finalmente se incentivó la creatividad del docente, esto permitirá que se logre transmitir y entonces incentivar la creatividad de los alumnos. La conducción, no sólo de las prácticas de laboratorio, debería estar orientada a la formación del pensamiento crítico de cada alumno, que se está formando como ciudadano. Como tal, debería poder desarrollar las capacidades que le

permitan optar libremente. Para optar libremente, debe saberse por qué se opta. No se puede en la actualidad lograr un desarrollo pleno sin formación científica y formación sobre la utilización crítica de las nuevas tecnologías.