

UNA ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR EL TEMA "AGUDEZA VISUAL", EN EL MARCO DE UN ENFOQUE QUE DE "SENTIDO" A LA FÍSICA

CAPUANO, Vicente¹; BIGLIANI, Juan¹; GUTIERREZ, Edgardo¹; GONZALEZ, María Andrea¹

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – U.N.Córdoba¹

vcapuano@com.uncor.edu

RESUMEN

En este trabajo diseñamos, implementamos e investigamos, una estrategia para lograr un abordaje de la Física con "sentido", con el propósito de que el alumno encuentre significado en la tarea que realiza. El tema para trabajar la estrategia es "agudeza visual" y la misma se aplica en un Taller para profesores. Dicha estrategia intenta otorgar "sentido" a dicho contenido a partir de: observaciones de distintas imágenes con el propósito de analizar si son continuas o discretas; la propuesta de construcción de un aparato sencillo y la realización de prácticas experimentales simples y abiertas; y por último, la propuesta de que cada participante, mida su agudeza visual. Finalmente, hacemos un juicio de valor sobre las conductas que experimentan los docentes del Taller y sobre los resultados obtenidos en los experimentos y tareas en general, vinculando dichos indicadores (conductas y resultados de los experimentos) con el modo como se trabajó el "sentido" en el abordaje del tema.

Palabras claves: sentido, motivación, estrategia, física, práctica experimental

ABSTRACT

In this paper we design, implement and research, a strategy to achieve an approach of physics with "sense", so that students find significance in the task performed. The topic to develop the strategy is "visual acuity" and this is applied in a workshop for teachers. This strategy tries to grant "sense" to such subjects from: observations of different images in order to analyse whether they are continuous or discrete; proposing the developing of a simple device and open and simple experimental practices; and finally, the proposal that each participant measure his visual acuity. Finally, we make a value judgment on the behaviour experienced by teachers in the workshop and the results obtained in experiments and tasks in general, raised, linking these indicators (behaviour and result of the experiments) with the way as the "sense" was evolved in the approach to the topic.

Key words: sense, motivation, strategy, physics and experimental practice

INTRODUCCIÓN

No es nueva la preocupación en el ámbito educativo en general y en el de la enseñanza de la física en particular, por mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Física, y tampoco es nuevo que dicha preocupación desemboque en el tránsito de algunos caminos (estrategias) sospechados de contribuir a la motivación de los estudiantes.

Las conductas de las personas, están fuertemente ligadas a las motivaciones presentes y por otro lado, también a los valores. Conductas, valores y motivaciones, se interrelacionan en una tríada de relación causa efecto (Henson y Eller, 2000; Dalri y Mattos, 2008). Es posible señalar sin necesidad de demostración, que las motivaciones influyen en las conductas y que ambas (conductas y motivaciones), están muy relacionadas con los valores del individuo. Como ejemplo sencillo, podemos señalar que se requiere de motivación para que un alumno se proponga estudiar un tema o para que esté atento en una clase, para que un escritor escriba un libro, o para que un

docente prepare sus clases. Seguramente la motivación en los individuos mencionados en los ejemplos dados, estará fuertemente vinculada con sus valores.

Finalmente, nosotros utilizaremos la expresión "Física con Sentido" orientando la expresión al significado (sentido) que el alumno encuentre en la tarea que está realizando. Consideramos que tiene el derecho, además del deber, de preguntarse el "por qué" de lo que está realizando y de buscar una explicación, que entendemos estará vinculada con sus valores y que propiciará la motivación que desencadenará su conducta. Vemos que a la tríada conducta-valores-motivación, ahora le incorporamos "sentido".

Cuando señalamos que el alumno debe encontrar un significado (sentido) a la tarea que está realizando con el propósito de lograr el aprendizaje de un determinado contenido, vinculamos dicho significado por una parte con el contenido, y por otra, con la metodología con la cual se ha diseñado la práctica docente. Es decir, asignamos cierta característica a los contenidos, en particular a los de Física, que los hace más o menos fáciles de internalizar y de encontrarle sentido, por parte de los alumnos.

Acordamos con Dalri y Mattos (2008) cuando señalan "que la motivación para enseñar y para aprender Física, está relacionada con la valorización dada por el individuo a ese objeto de estudio". De este modo estamos señalando que cada objeto de estudio, cada concepto, contiene en sí mismo dimensiones epistemológicas, ontológicas y axiológicas, que operan a la hora de encontrarle "sentido" por parte de los alumnos, al proceso de aprendizaje.

Dar trascendencia a la motivación como un aspecto que en una estrategia de enseñanza debe estar presente y que debe ser considerada en el diseño curricular, tiene sus antecedentes más importantes en el ámbito de las ciencias de la educación (Rodríguez, 2006; González y otros 1996; Pintrich y García, 1992), por citar algunos autores. También y en menor medida, se investiga la importancia de la motivación en el acto educativo, en el ámbito de la educación científica (Alvarez y Figueroa, 2009; Durán y otros, 2011; Ravera, 2007; Dima y otros, 2007; Bigliani, 2011; Asorey y otros 2011; Llera y otros, 2011).

Por otro lado, las "Teorías de Aprendizaje", también se han preocupado por las motivaciones y sus enfoques del problema direccionan distintas propuestas. El enfoque conductista destaca ideas como la de reforzamiento, condicionamiento y alternativas para un castigo. En el conductismo se considera que las consecuencias externas, pueden operar sobre la motivación, de manera de incrementarla o extinguirla. Por ejemplo si un docente decide recompensar a los alumnos que obtengan una determinada nota, con tiempo libre, o si naturalmente el docente destaca con frecuencia el aspecto competitivo asociado a la obtención de resultados, considerando como más aptos (elogio) a aquellos alumnos que logren buenos resultados frente a otros que no los logran, o si ya fuera del colegio, los padres de un alumno deciden que su hijo utilice el automóvil familiar por haber logrado buenas notas, estamos en presencia de recompensas (premios) que caracterizan el enfoque conductista (Skinner, 1953; Khon, 1993). El enfoque del problema de la motivación por parte del conductismo, suele identificarse como "motivación extrínseca", en razón que se proponen reforzadores externos al aspecto cognitivo del proceso de enseñanza y de aprendizaje.

También el cognitivismo responde a la preocupación de motivar a los estudiantes, y eso se percibe nítidamente en la Teoría de Ausubel del "Aprendizaje Significativo", en la cual señala que para que éste ocurra, deben presentarse ciertas condiciones en relación al material con el cual trabajarán quienes aprenden, y con la disposición para aprender de los mismos. Estas condiciones son que el material

sea potencialmente significativo y que el individuo que recibe la instrucción posea disposición para aprender (Ausubel, 1996; Novak 1990). Esta situación se esquematiza en la Figura 1.

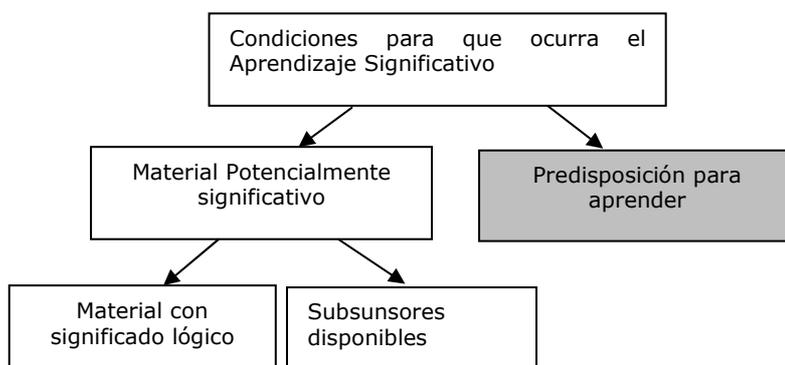


Figura 1. Requisitos para que ocurra un aprendizaje significativo.

Que el material utilizado en la instrucción sea potencialmente significativo, requiere a su vez que el material tenga significado lógico, desde la lógica de la disciplina a enseñar, y que tenga significado en la estructura de conocimiento del alumno (significado psicológico). El significado lógico del material lo establece la estructura y el cuerpo de conocimientos de la disciplina que se quiere transmitir. Un ejemplo sencillo nos muestra que no podremos enseñar en matemática que $2+3=6$, en física que los cuerpos dejados en libertad tienden a moverse hacia arriba, en química que a presión atmosférica el agua destilada cambia de fase (sólida a líquida) a 30°C , y finalmente en biología que los reptiles son animales de sangre caliente que se exponen al sol con el propósito de cambiar el color de su piel. Para el alumno tiene significado (psicológico) lo que se quiere enseñar, cuando los conceptos subsumidores necesarios para relacionar la nueva información están disponibles en su estructura cognoscitiva. Pero no sólo es necesario que el material sea potencialmente significativo, también señala Ausubel en su teoría, que el individuo que recibe la instrucción debe poseer disposición para aprender. Es decir, el aprendiz debe presentar una disposición para relacionar de manera sustantiva y arbitraria el nuevo material, potencialmente significativo, a su estructura cognoscitiva. Esa disposición es la que consideramos asociada al "sentido" que los temas a desarrollar representen en su estructura de conocimiento.

Sin embargo, el "sentido" que un estudiante le otorgue a un determinado contenido, cuando éste interactúe con sus valores y lo motive e influya sobre su conducta, dependerá además de otras variables, en razón de que sus valores, en general, serán distintos en distintas situaciones de Enseñanza de la Física, espaciales y temporales. Aun así, y con la salvedad de que lo que da "sentido" a un contenido y su estrategia para un alumno, puede no darlo para otro, igual consideramos que existe una mejor manera de presentarlo, que le permita al estudiante dar un significado a su proceso de aprendizaje.

Cuando expresamos distintas situaciones de Enseñanza de la Física, espaciales y temporales, queremos decir que no será similar la solución que encontremos para dar "sentido" a la propuesta, cuando operamos en ámbitos como:

- a. Enseñanza de la Física en el nivel medio.
- b. Enseñanza de la Física en el nivel universitario, en carreras en las cuales la Física sea una de las materias troncales del "Plan de Estudios", por ejemplo "Licenciaturas en Física" e "Ingenierías", y
- c. Enseñanza de la Física en el nivel universitario, en carreras en las cuales la Física no es una de las materias troncales del "Plan de Estudios", por ejemplo "Farmacia", "Bioquímica", "Biología", "Arquitectura", etc.

Una manera relativamente sencilla, válida para el caso c. de los tres planteados en el párrafo anterior, para que los estudiantes encuentren "sentido" a la presencia de un determinado contenido de Física en su práctica docente, a veces independiente de la metodología que se utilice para implementar su presentación, es orientar todo lo relativo al planteo de situaciones problemáticas (problemas de lápiz y papel y experimentos en el laboratorio), a la carrera que se trate. Por ejemplo: problemas de Física Biológica en Biología; de Física aplicada en Ingeniería, a veces atendiendo al tipo de Ingeniería (eléctrica, mecánica, agronómica, aeronáutica, etc.); de Física Médica en medicina, etc. (Kupczewski y Sepúlveda, 2009; González, 2009; Cravero y otros, 2009; Aiziczon y Cudmani, 2009).

Anteriormente señalamos que los objetos de estudio (contenidos), por su naturaleza contienen dimensiones epistemológicas, axiológicas, ontológicas que operan al momento que los estudiantes deben encontrar "sentido" a los contenidos. Por estar en su naturaleza resultaría muy complejo modificar estas dimensiones, motivo por el cual, sólo nos resta diseñar una estrategia que provoque la valoración del contenido, que motive al alumno y que modifique su comportamiento. Lo que nosotros denominamos diseñar una estrategia que le confiera "sentido" al contenido.

En este trabajo diseñamos, implementamos e investigamos, una estrategia a utilizar con el abordaje del tema "agudeza visual". Dicha estrategia, en un primer paso intenta otorgar "sentido" a dicho contenido a partir de observaciones sencillas, y de señalar cómo el contenido está en nuestra cotidianeidad; luego propone prácticas experimentales sencillas y abiertas; y finalmente, a partir de los resultados que los alumnos obtienen en la medición de su "agudeza visual", hacemos un juicio de valor sobre la motivación, la conducta y el valor que asignan al contenido, es decir sobre el resultado de haber implementado en la práctica docente, una Física con "sentido".

METODOLOGÍA Y MATERIALES DE TRABAJO

Sobre la base de información relevada en publicaciones pertinentes (Henson y Eller, ob. cit.; Dalri y Mattos, ob. Cit.; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Carretero, 1997), se diseñó una estrategia para el abordaje del tema "agudeza visual", con el propósito de dar "sentido" a la práctica docente. La estrategia se aplicó en un Taller de capacitación y perfeccionamiento desarrollado en la Décimo Octava Reunión Nacional de Educación en la Física (REF XVIII), del que participaron 29 docentes de Física de los niveles medio, terciario y básico universitario. El taller tuvo una duración de 15 horas reloj: 8 (ocho) horas reloj presenciales y 7 (siete) no presenciales.

Para las prácticas experimentales se utilizó material de bajo costo, provisto por los organizadores (Laboratorios de Enseñanza de la Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca) y por los docentes encargados del Taller. También los alumnos aportaron materiales, como por ejemplo cámaras fotográficas, cintas autoadhesivas, etc. La estrategia generó un material escrito para el estudio independiente, con el cual trabajaron los docentes. En algunos momentos de la práctica docente, se dieron explicaciones generales con ayuda de diapositivas (PC y cañón proyector).

SOBRE LA ESTRATEGIA

Ésta propone cuatro momentos: 1) Formación de imágenes; 2) El ojo humano y la agudeza visual; 3) Las imágenes digitales: pixeles versus agudeza visual; 4) Medición de la agudeza visual de cada uno de los participantes al Taller.

1. Formación de imágenes. Como inicio de las actividades, la estrategia propone analizar en grupo, 6 escenas en papel, identificadas con un número. Las escenas están constituidas con trozos de folletos, recortes de diarios y revistas, y algunas impresiones especialmente preparadas. Éstas deben ser observadas sin ningún tipo de accesorio óptico (lupas, microscopio, etc.), excepto el uso de anteojos si el docente los utiliza en su cotidaneidad para leer. El análisis, consiste en determinar si las imágenes son continuas o discretas. El resultado, es decir la característica de cada una de las imágenes observadas, debe ser anotado en una hoja, para un uso posterior. Las respuestas en promedio señalan que 3 de las 6 imágenes son discretas, y el resto son continuas. No todos eligen las mismas imágenes discretas o continuas. NOTA: todas las imágenes son discretas, pero esta característica no es observable sin una lupa.

Luego, la estrategia propone la fabricación de una "cámara oscura" (caja cerrada con una perforación y un papel de calcar en el cual se produce la imagen).

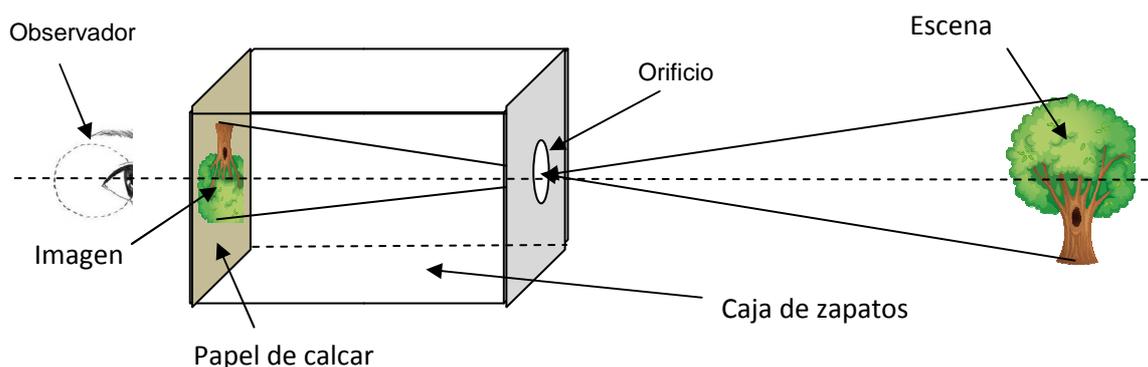


Figura 2. Cámara oscura tipo caja de zapatos.

El propósito de esta actividad es que los profesores razonen sobre el proceso de formación de imágenes, fundamentalmente en lo que se refiere a que cada punto de la escena provoca un punto en la imagen y que el conjunto de puntos "imagen" es el que finalmente forma la imagen de la escena. La cámara oscura o estenoscopio proporciona una magnífica oportunidad para entender lo que señalamos en relación a que es un conjunto de puntos "imagen", el que forma la imagen que observamos en el papel de calcar. La cámara oscura no solo debe ser fabricada por los docentes, sino que también se debe utilizar para analizar distintos aspectos de la imagen, como por ejemplo: intensidad, nitidez, tamaño, posición, etc. También se aprovecha la oportunidad para que los docentes investiguen sobre la "profundidad de campo" del equipo. La cámara oscura se diseñó de manera que pudiese operar con orificios circulares de distintos diámetros, con distintas distancias

entre el orificio y el papel de calcar en el cual se producía la imagen y, que se pudiesen incorporar a la misma delante del orificio, lentes convergentes.

Como cierre de este momento, con lupas de potencias $P \approx 200$ Dioptrías (lentes lectoras de CD en PC, de distancia focal 0,005m) provistas por los coordinadores del Taller, se observan nuevamente las 6 imágenes y se analiza si son continuas o discretas. El resultado de este análisis se compara con aquel que se obtuvo al iniciar esta actividad.

2. El ojo humano y la agudeza visual. En esta segunda parte, la estrategia propone estudiar el ojo humano. Se enfatiza en las características que le permiten funcionar como un instrumento óptico, comparándolo con la cámara oscura del apartado anterior, cuando le colocamos una lente (cristalino en el ojo) delante del orificio (pupila) por el que ingresan los rayos de luz que provienen desde el objeto. Se aclara que la capacidad del ojo humano para enfocar una imagen nítida sobre la retina, tiene sus limitaciones, especialmente en lo que se refiere a objetos próximos al mismo (Cromer, 1978; Hecht, 1998; Kane y Sternheim, 1998; MacDonald y Burns, 1975). Finalmente se define la distancia mínima de visión distinta, como la menor distancia entre un objeto y el ojo, que este puede resolver, es decir, que puede enfocar (producir una imagen nítida) sobre la retina. Experimentalmente se obtiene para dicho parámetro un valor medio $\gamma = 0,25\text{cm}$.

Luego, el énfasis se deposita en el modo como funciona la retina, en relación con las llamadas "células fotorreceptoras" o "células sensoriales" de la misma, y el modo como reaccionan de forma distinta a la luz y los colores. Si bien se avanza en la composición de la retina (conos, bastones, tipos de conos, etc.), el acento del tratamiento del tema se deposita en el carácter discreto del modo como se recoge la información que llega a la retina. Se hace hincapié en que cada fotorreceptor de la retina (puntito en la figura 3), toma información de un punto de la escena y en consecuencia la matriz de datos de la figura tiene una información discreta de la escena. Sin embargo, esta información discreta, cuando es procesada por el sistema nervioso, provoca una sensación de imagen continua.

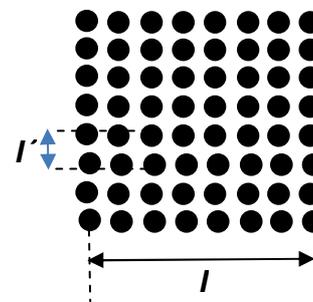


Figura 3. Modelo sencillo de distribución de unidades receptoras.

A los efectos de familiarizarse con esta estructura discreta de la retina, los docentes calculan la distancia entre receptores en función del tamaño de la retina y de la cantidad de células receptoras que la misma posee. Se obtienen valores que más adelante veremos son razonables.

Se aprovecha esta situación para destacar que cuando varios puntos (células receptoras) contiguos son excitados con la misma iluminación (información), nuestro sistema nervioso codifica esa situación como una mancha continua. Para ver dos puntos separados, es necesario que dos células

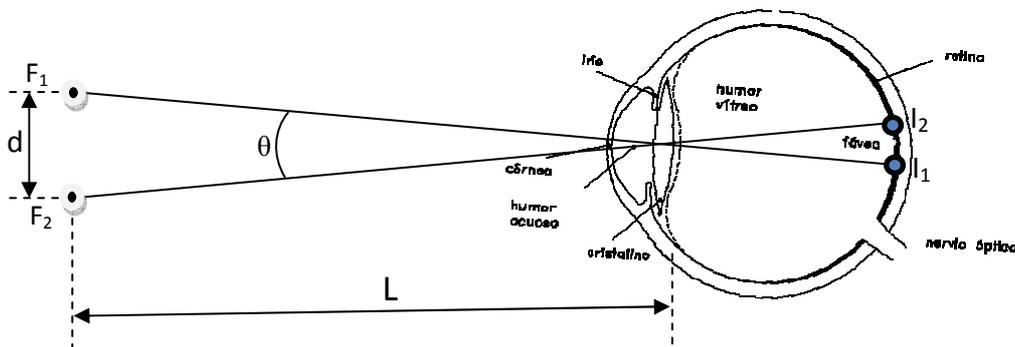


Figura 4. El ángulo θ "mide" la agudeza visual.

excitadas estén al menos separadas por una no excitada. En referencia a la figura 4, si F_1 y F_2 provocan sobre la retina las imágenes I_1 e I_2 , y si éstas son distinguibles (se ven separadas), es por que entre las células receptoras excitadas en la retina, existe al menos una célula sin excitar. Estas células estarían ubicadas entre las células de la zona en la cual llegan los rayos luminosos que provienen de F_1 y los que provienen de la fuente F_2 .

El paso que sigue en la estrategia es definir la agudeza visual del ojo, como el menor ángulo " θ " que subtenden los rayos que provienen de dos fuentes luminosas, que equidistan del ojo, y que pueden ser distinguidas, por éste, como dos objetos independientes. De la definición se deduce que, si se hallan más próximos (disminuye " d ") manteniendo la distancia " L " entre las fuentes y el ojo, o si las fuentes se alejan del ojo (aumento de " L ") manteniendo constante la distancia " d " entre ellas, y, dado que en ambos casos el ángulo " θ " disminuye, el ojo verá la luz como si procediese de un solo punto. Figura 4.

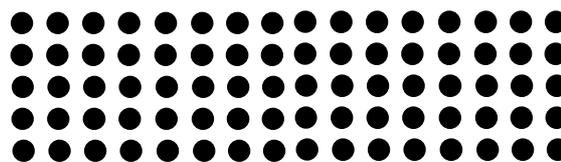


Figura 5. Muestra de puntos (discreta)

Este concepto se trabaja con dos o más fuentes puntuales (LED), que se disponen en un montaje próximas entre sí, como parte de un equipo de demostración, que por ejemplo se ubica en el escritorio al frente de la clase, de manera que todos los docentes del taller lo puedan observar. También pueden proyectarse distintas imágenes con puntos sobre una pantalla, con puntos más o menos separados, hasta que por la distancia de observación o por la proximidad entre los puntos, dejan de verse separados y se vea una mancha en su lugar. Figura 5.

3. Las imágenes digitales: pixeles versus agudeza visual. Este momento es considerado crucial y trascendente para modificar la conducta de los docentes en relación con su predisposición para aprender, o según nuestra denominación, para encontrarle sentido al contenido de Física a abordar: "agudeza visual".

En esta parte de la estrategia, abordamos el estudio y la descripción de cómo se forman aquellas imágenes que no dudamos en denominar digitales, pero que cotidianamente observamos como imágenes continuas, y también en cómo se registran. Nos referimos a imágenes que se forman en los monitores de TV y de computación, pantallas de máquinas fotográficas y filmadoras, celulares, ipad, ipod, tablet, etc. Se aprovecha el momento para abordar el tema resolución de una imagen digital, una información que aparentemente está asociada a la calidad de la imagen digital, pero que muy pocos saben qué hacer con la misma. Luego se plantean preguntas del tipo *¿qué resolución sería conveniente para un TV, por ejemplo de 42", que queremos adquirir, si la sala dónde lo ubicaremos y sus comodidades exige como máximo una distancia de observación de 3m?*; para también encontrar respuestas a preguntas del tipo *¿se podrá ampliar una fotografía tomada con una cámara de 2 Megapíxeles (2Mpíx) a una postal de tamaño 16cm por 24cm, sin ver la formación de píxeles en la postal?*; para intentar aclarar sobre una forma estándar de caracterizar las imágenes en monitores, televisores, impresoras y escáneres, que es en función de su resolución, dando la información del número de "Píxeles Por Pulgada" (PPP) que tienen éstas (del inglés *dots per inch* - DPI).

Naturalmente, en todos los análisis y respuestas que surgen de las reflexiones y preguntas del párrafo anterior, está presente la agudeza visual. Todas las imágenes que denominamos digitales, son digitales, es decir están compuestas por un gran número de píxeles, ordenados y todos con precisa información de la escena. Ahora, es la agudeza visual (nuestra agudeza visual) la que determina que nosotros veamos la imagen pixelada o la imagen continua.

Como cierre de este momento, la estrategia induce a los docentes a comprobar, por ejemplo, el número de píxeles del monitor de una computadora. Para ello se les sugiere utilicen la lupa de gran potencia que ya utilizaron en el apartado 1. La práctica es totalmente abierta y sólo se hacen algunas sugerencias, mínimas, para mantener todos los grados de libertad de la propuesta de práctica experimental.

Como señalamos al iniciar este apartado, son justamente los temas enunciados en el párrafo anterior, muy ligados a la cotidianeidad de los docentes y alumnos, los que contribuyen a lograr una valoración significativa del tema agudeza visual.

4. Medición de la agudeza visual de cada uno de los participantes al taller. Finalmente la estrategia plantea como práctica experimental de cierre de la actividad, que cada uno de los docentes mida su agudeza visual. Para que los docentes pudiesen utilizar en su práctica experimental, se les entregaron hojas con puntitos, de mayor o menor tamaño, más o menos separados, con puntitos distribuidos en un plano, como los de la figura 6 o con puntitos en líneas. También se informó a los participantes, que tenían total libertad para utilizar otras imágenes, e incluso los montajes con dos o más LED (fuentes de luz). También podían ser sólo dos puntitos e incluso podían realizarse como puntos blancos sobre un fondo negro. También se sugirió que en el

caso de que la muestra tenga más de dos puntitos, es conveniente que el tamaño de los mismos y la distancia entre ellos, se mantenga en todo el conjunto, y que en las proximidades de la muestra de puntos, no deba haber otra impresión más que la muestra a analizar.

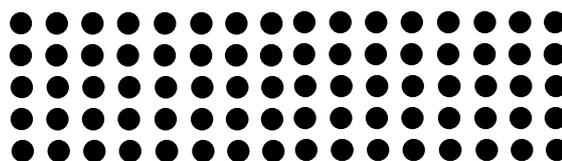


Figura 6. Muestra de puntos (discreta)

Algunos docentes usaron las hojas que entregaron los coordinadores, otros hicieron puntos en una hoja de papel que pegaron en la pared (puntos separados unos 5mm más o menos) y algunos se alejaban alrededor de 10 metros para observarlos. La mayoría hizo las mediciones dentro del aula pero al menos un grupo salió al patio, soleado en ese momento, es decir con mucha luz, y realizaron algunas de sus mediciones para indagar sobre si el resultado cambiaba cuando se modificaba la intensidad lumínica.

Otros hicieron puntos sobre los azulejos de la pared, directamente con fibrones negros. Si bien algunos grupos intentaron usar las linternas de 3 LED que entregaron los docentes encargados, terminaron descartando ese método porque no estaba clara la distancia entre los distintos puntos luminosos ya que si bien los LED estaban separados 15mm aproximadamente, la óptica cónica que tenían detrás también se iluminaba y se formaban zonas grandes de luz, casi pegadas.

También se sugirió que en el caso de que la muestra contenga más de dos puntitos, es conveniente que el tamaño de los mismos y la distancia entre ellos, se mantenga en todo el conjunto. Finalmente, es también conveniente, que las muestras de puntos se realicen en hojas que no contengan otra impresión más que la muestra a analizar.

La práctica consiste en acercarse a la hoja con puntitos, con cualquiera de las variantes señaladas en párrafos anteriores, a partir por ejemplo de una distancia de 50m (depende del lugar en el cual se trabaje), y se mida a qué distancia se comienza a distinguir un punto del punto contiguo y luego ya sobre la hoja, se mide la distancia entre los puntos.

Este experimento podría haberse realizado con el observador alejándose de la hoja con puntitos, para detectar la distancia a la cual comienzan a dejarse de ver los puntos separados. Consideramos a este procedimiento como no conveniente respecto del anterior, en razón de que luego de haber observado un determinado puntito, o dos puntitos separados, es probable que creamos seguir viéndolos, aun cuando ya no lo veamos, por un fenómeno de percepción virtual.

Finalmente se solicitó a los docentes que entregaran el resultado de sus mediciones de agudeza visual.

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL

1. **Análisis de escenas.** Como señalamos oportunamente, los 29 participantes del Taller formaron 8 grupos, de entre 3 y 4 participantes, y cada grupo recibió un sobre con seis recortes en papel, con distintas escenas, en su interior. Los recortes con escenas, eran trozos de folletos, de diarios y revistas, y algunas impresiones especialmente preparadas por los coordinadores del Taller. Estos recortes debían ser observados sin ningún tipo de accesorio óptico (lupas, microscopio, etc.), excepto si utilizaban anteojos para leer en su cotidianeidad, en cuyo caso podían utilizarlos. El análisis, consiste en determinar si las imágenes eran continuas o discretas. El resultado, es decir la característica de cada una de las imágenes observadas, debe ser anotado en una hoja, para un uso posterior. Las respuestas en promedio señalan que 3 de las 6 imágenes son discretas, y el resto son continuas. No todos eligen las mismas imágenes discretas o continuas. NOTA: todas las imágenes son discretas pero esta característica no es observable sin una lupa.

En la Tabla I hemos indicado las respuestas de los distintos grupos: el cuadro sombreado indica que la respuesta es que la imagen es continua y el cuadro sin sombrear indica que es discreta. El recorte 1, se trata de una fotografía de una escena real. Se ve continua y por su origen (escena real que se ve ordinariamente continua), estimamos que es así considerada por todos los grupos. El recorte 4 fue elaborado por los coordinadores del Taller y claramente se observan los píxeles en

Re-corte	GRUPOS							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Tabla I. Carácter continuo (sombreado) o discreto de la imagen del recorte.

la imagen, por lo que los participantes señalan en su totalidad que la imagen es discreta. Los recortes 2, 3 y 6 tienen pixeles muy, pero muy pequeños, lo que complica la observación sin una lupa auxiliar, y el recorte 5, en el que tampoco se ve sin lupa su carácter discreto, sospechamos que la mayoría le ha otorgado ese carácter, por tratarse de la imagen de un dibujo que podría haberse realizado en computadora.

Luego y como cierre de esta actividad, con lupas de potencias $P \approx 200$ Dioptrías (lentes lectoras de CD en PC, de distancia focal 0,005m) provistas por los coordinadores del taller, los participantes observan nuevamente las 6 imágenes y concluyen en que todas son discretas.

Lo más interesante de esta actividad, resulta cuando se compara la primera respuesta del grupo con la segunda. Globalmente, las 29 respuestas (60%) que señalaban imágenes continuas, desaparecen. Este experimento lleva a los docentes participantes del Taller a preguntarse, ¿pero entonces, hay algo más de lo que vemos? ¿Qué tan pequeño es lo que podemos ver? y finalmente, ¿Cómo saber lo más pequeño que podemos ver? y ¿Cómo funciona nuestro órgano de la visión?

2. Sobre la fabricación de la cámara oscura y su uso. Respecto de este punto, es importante señalar que cuando planificamos el Taller, no pensamos en incluir indicadores sobre el desempeño de los participantes en esta actividad. Sin embargo, estamos en condiciones de señalar que la tarea de los docentes, tanto en relación con la construcción de la cámara oscura, como en relación al modo en que fue utilizada, resultó excelente. Cada grupo pudo fabricar su cámara, se hicieron prototipos que mejoraban la performance de la aconsejada en el material escrito y se tomaron excelentes fotografías (no estaba previsto) del papel de calcar en el que se producía la imagen.

También es para destacar, que no sólo se operó con la cámara oscura, dentro del aula, sino que también se llevaron a cabo experimentos en un patio soleado, con muy buena iluminación, pero que como contrapartida provocó que se extremaran los cuidados para que el observador estuviese en una zona oscura.

Finalmente, se realizaron variados experimentos con distintos valores para la abertura del orificio y gracias a ello y las discusiones que se llevaron a cabo en el aula, entendemos que se internalizó la relación punto a punto, que tiene una imagen con la escena que la provoca.

3. Sobre la medición de la agudeza visual. En esta actividad, no sólo desde el punto de vista cuantitativo, el resultado fue muy bueno. En primer lugar, una vez que se desplegó el conjunto de posibilidades que se ofrecía para la práctica (puntos oscuros sobre fondos blancos o viceversa, fuentes luminosas tipo LED en montajes de dos o más fuentes con distintas separaciones), se dejó que los docentes trabajaran de manera independiente. Se solicitó que cada uno calculara un valor para su agudeza visual y en aproximadamente 45 minutos después de dar las consignas, los docentes entregaron los valores medidos, que se detallan en la Tabla II.

Desde el punto de vista del desarrollo de la tarea realizada, estamos en condiciones de afirmar que llevaron adelante críticamente la experiencia, que intentaron lograr valores confiables, estimaron posibles resultados, investigaron sobre el mejor lugar (dentro del aula y en el patio) para realizar la medición e incluso lo hicieron de distintas maneras para comparar resultados.

Finalmente y como señalamos en un párrafo anterior entregaron los valores de agudeza visual medido para su órgano de la visión. A estos resultados los trabajamos aplicándole el análisis estadístico y se obtuvo para la agudeza visual de la muestra $\theta \pm \Delta\theta = (0,0005 \pm 0,0001)$. Este valor

Tallerista Nº	Agudeza Visual	Tallerista Nº	Agudeza Visual
1	0,00047±0,00001	16	0,00036±0,00001
2	0,00036±0,00001	17	0,00033±0,00001
3	0,000735±0,000001	18	0,00035±0,00001
4	0,00022±0,00001	19	0,00086±0,00001
5	0,000395±0,000001	20	0,00060±0,00001
6	0,00059±0,00001	21	0,00062±0,00001
7	0,000319±0,000001	22	0,000456±0,000001
8	0,00030±0,00001	23	0,000357±0,000001
9	0,000319±0,000001	24	0,00067±0,00001
10	0,00030±0,00001	25	0,000439±0,000001
11	0,000625±0,000001	26	0,00025±0,00001
12	0,000785±0,000001	27	0,00040±0,00001
13	0,000797±0,000001	28	0,00041±0,00001
14	0,000717±0,000001	29	0,000785±0,000001
15	0,00036±0,00001		
$\bar{\theta} = 0,0004675$			
$\sigma_{\theta} = 0,0002195$			
$E_{\theta} = 0,0001$			
$\theta = (0,0005 \pm 0,0001)$			

Tabla II. Resultados de la Práctica Experimental

es el que proporciona la bibliografía habitual (Cromer, ob. cit.; Hecht, ob. cit.; Kane y Sternheim, ob. cit.; MacDonald y Burns, ob. cit.). Tal vez pueda llamar la atención el error absoluto ($E_{\theta}=0,0001$) que acompaña al valor de agudeza visual $\theta=0,0005$. En la Tabla II, se observa una importante dispersión en los valores de agudeza visual logrados por cada uno de los participantes: 0,00022 para el mínimo, y 0,00086 para el máximo.

El error relativo porcentual resulta:

$$\varepsilon \% = \frac{\Delta\theta}{\theta} \times 100$$

$$\varepsilon \% = \frac{0,0001}{0,0005} \times 100$$

$$\varepsilon \% = 20\%$$

Una incertidumbre del 20% nos estaría señalando una muy baja calidad de la medición, pero en este caso dado que estamos promediando valores correspondientes a distintos individuos, en los cuales los valores medidos, más allá de los errores en las mediciones, no tienen por qué ser iguales, consideramos un buen resultado el obtenido en razón de que coincide con aquel que se toma como característico de nuestra especie.

CONCLUSIONES

A partir de la motivación, el alumno se activa ante un determinado acontecimiento y direcciona su conducta en un sentido coherente con su motivación, y por otro lado, la motivaciones de las personas están fuertemente ligadas a los valores (Henson y Eller, ob. cit.; Dalri y Mattos, ob. cit.). Es posible señalar sin necesidad de demostración, que las motivaciones influyen en las conductas y

que ambas (conductas y motivaciones), están muy relacionadas con los valores del individuo. En este trabajo y dejando de lado los "valores" asociados naturalmente al contenido (dimensiones epistemológicas, axiológicas, ontológicas del mismo) que entendemos es algo complicado modificar y que justamente por ese motivo no lo intentamos, haremos juicios de valor que consideren sobre cómo influyó la estrategia docente (estructura y enfoque de las acciones didácticas planteadas) en los cambios de valoración, en los participantes del Taller. Justamente, nuestra estrategia de abordar una "Física con sentido", está orientada a que el alumno encuentre sentido (una valoración positiva) a la tarea que está realizando.

El mirar distintas imágenes (sin y con instrumental auxiliar) y opinar sobre lo observado en el sentido de señalar el carácter continuo o discreto, de las mismas, para dar lugar a respuestas encontradas, disparo un conjunto de preguntas (las señalamos en el apartado anterior), que lo llevó a involucrarse en el tema. Consideramos que el entusiasmo en la construcción y uso de la cámara oscura, está fuertemente vinculado a esta observación de las imágenes.

También consideramos que la relación "punto de la escena con punto de la imagen", fue trabajada e internalizada con el análisis del funcionamiento de la cámara oscura. Si bien, esta relación punto a punto (escena imagen), está presente en cualquier dispositivo que de alguna manera y a partir de una escena reconstituya una imagen en algún lugar del espacio, la presencia de lentes y/o espejos, dificulta el encontrar la relación. Mucho se ha investigado sobre formación de imágenes y casi siempre se ha trabajado con lentes y/o espejos. Un experimento paradigmático (Pesa, 1999) propone en un sistema óptico (objeto-lente-imagen) tapar media lente con un cartón y preguntar luego que ocurre con la imagen, mayoritariamente los alumnos responden que la imagen se reduce a la mitad. Por ejemplo, sin con el cartón se tapa la mitad superior de la lente, la imagen se reduce a la mitad inferior. Capuano y otros (2006), reproducen este experimento con el mismo resultado.

El trabajar con la cámara oscura con distintos orificios, con distintas distancias entre el orificio y el papel del calcar en el que se producía la imagen, y con fuentes luminosas puntuales (LED), permitió a los participantes:

- Observar que a mayor tamaño del orificio, el punto que se consideraba imagen de la fuente puntual (LED) pasaba a ser una mancha. Cuando se utilizaron varias fuentes puntuales, se observó lo mismo que para una de las imágenes puntuales.
- Observar que a mayor distancia entre el orificio y el papel de calcar, el punto que se consideraba imagen de la fuente puntual (LED) pasaba a ser una mancha. También en este caso, cuando se utilizaron varias fuentes puntuales, se observó lo mismo que para una de las imágenes puntuales.
- Observar que un conjunto de puntos o manchas, cada una en correspondencia con puntos del objeto, eran las que constituían la imagen.

Finalmente y en la medición de la agudeza visual, no sólo se logra un muy buen resultado numérico acorde a los valores que proporciona la bibliografía relacionada con el tema, aun cuando nos preguntamos si es razonable que haya ocurrido la dispersión que muestra la Tabla II. No tenemos respuesta a este interrogante. Es importante destacar como actuaron críticamente frente a los resultados.

En las tres actividades analizadas en el apartado anterior un denominador común es que las tareas desarrolladas por los participantes del Taller, excedieron a lo solicitado por los docentes que coordinaban la actividad. Se intentaron otros montajes, se aportó con material propio (cámaras fotográficas y celulares), se diseñaron otras escenas de observación, en suma, un conjunto de aspectos colaborativos que denotan un fuerte entusiasmo y una elevada valoración de la actividad realizada.

Si bien la estrategia se aplicó a un grupo de docentes de Física (alumnos del Taller), consideramos que los resultados no se modificarían sustancialmente, si la misma se aplicara en un curso de los niveles medio, terciario y/o universitario con los cambios necesarios para adecuarla al nivel de aplicación.

REFERENCIAS

Aiziczon, B. y Cudmani, L., 2009. De agua somos: una propuesta instruccional para Física en Ciencias de la Salud. *Memorias de REF XVI*. ISSN 13:978-950-605-600-1. Pp. 1-6.

- Alvarez, C. y Figueroa, A., 2009. Cómo adecuar las estrategias didácticas para promover cambios motivacionales. *Memorias de REF XVI*. ISSN 13:978-950-605-600-1. Páginas: 10p.
- Asorey, H.; López Dávalos, A. y Clúa, A., 2011. Potencia de la erupción del volcán Puyehue como problema de Fermi. *Memorias de REF XVII*. ISSN 978-950-33-0925-4. Pp. 1-9.
- Ausubel, D.; Novak L. y Hanesian, H., 1996. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (Ed. Trillas, México).
- Capuano, V.; Martín, J.; Gutierrez, E.; Rocchietti, R.; Albarracín, L. y González, M., 2006. *Memorias de SIEF 8*. Gualeguaychú. Argentina. Páginas: 10.
- Carretero, M., 1993. *Constructivismo y Educación*. Editorial Aique Didáctica. Páginas: 126. 1997.
- Cravero, S., Fanchini, S., Martínez, C. y Moya, M., 2009. La enseñanza de la Física en Agronomía. *Memorias de REF XVI*. ISSN 13:978-950-605-600-1. Pp. 1-6.
- Cromer, A., 1978. *Física para las Ciencias de la Vida*. Editorial Reverté. Páginas: 541.
- Dalri J. y Mattos, C., 2008. Relaciones entre motivación, valor y perfil conceptual: un ejemplo. *Memorias de SIEF IX*. ISSN 978-987-22880-4-4. Páginas: 11p.
- Dima, G.; Benegas, J. y Willging., 2007. Alistamiento para el aprendizaje significativo en experiencias de laboratorio. *Memorias de REF XV*. ISSN 978-987-24009-0-3. Páginas: 10p.
- Durán, G.; Natali, O. y Alaniz, H., 2011. Motivación de los estudiantes de las carreras de ingeniería en los primeros años. *Memorias de REF XVII*. ISSN 978-950-33-0925-4. Páginas: 7p.
- González, S., 2009. ¿Para qué Física ... si enseñaré Biología? *Memorias de REF XVI*. ISSN 13:978-950-605-600-1. Pp. 1-6.
- González, R.; Valle Arias, A.; Núñez Pérez, L.; González-Prienda J.; 1996. Una aproximación teórica al concepto de metas académicas y su relación con la motivación escolar. *Psicothema, Vol 8, nº 1, pp.45-61*. ISSN 0214-9915.
- Hecht, E., 1998. *Física y (Álgebra y Trigonometría), Tomo I*. Editorial Thomson. México. Páginas: 735.
- Henson, K. y Eller, B., 2000. *Psicología Educativa para la Enseñanza Eficaz*. Internacional Thompson Editores, S.A. de C.V. México. Páginas 554.
- Kane, J. y Sternheim, M., 1998. *Física*. Editorial Reverté, Segunda Edición. Páginas: 795.
- Khon, A., 1993. Choices for children: Why and how to let students decide. *Phi Delta Kappan, 74, pp. 783-787*.
- Kupczewski, M. y Sepúlveda, V., 2009. Laboratorio activo para alumnos de Ciencias Naturales. *Memorias de REF XVI*. ISSN 13:978-950-605-600-1. Pp. 1-6.
- Llera, M.; Scagliotti, A.; Zárata, O. y Coiro, A., 2011. Métodos alternativos para estudiar las leyes de reflexión. *Memorias de REF XVII*. ISSN ISBN 978-950-33-0925-4. Páginas: 12p.
- MacDonald, S. y Burns, D., 1975. *Física para las Ciencias de la Vida y de la Salud*. Editorial Fondo Educativo Interamericano. Páginas, 589.
- Novak, J., 1990. *Teoría y Práctica de la Educación*. Editorial Alianza Universitaria. IV reimpresión. Madrid, España, 175p.
- Pesa, M., 1999. Concepciones y Preconcepciones referidas a la formación de Imágenes. *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 12 Nº1, pp.13-46.
- Pintrich, P. y García, T., 1992. An annotated model of motivation and self-regulated learning. *Presentado en la Asociación de Investigadores en Educación de América - San Francisco*.
- Pozo, J. y Gómez Crespo, M., 1998. *Aprender y Enseñar Ciencia*. Editorial Morata, Madrid, 331p.
- Ravera, G., 2007. El guiso fantasmagórico. *Memorias de Ref XV*. ISSN 978-987-24009-0-3. Páginas: 5p.
- Rodríguez, L., 2006. La motivación, motor del aprendizaje. *Revista Ciencias de la salud. Vol. 4 (especial)*. Bogotá (Colombia). pp. 158-160.
- Skinner, B., 1953. *Science and human behavior*. New York (EEUU). Editorial Macmillan.