

## **Título del trabajo**

UNA PROPUESTA PARA ENSEÑAR A ELABORAR EXPLICACIONES  
CIENTÍFICAS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

## **Datos de los autores**

**Bettina Bravo.** Investigador CONICET- Jefe de Trabajos Prácticos. Área de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aire (UNCPBA). Línea de Investigación: Didácticas de las ciencias naturales. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria

Dirección: Dorrego 2979/ Av. Del Valle 5737 (7400) Olavarría. Bs As. Argentina.

Dirección electrónica: [bbravo@fio.unicen.edu.ar](mailto:bbravo@fio.unicen.edu.ar)

Teléfono de contacto: 592284414717/592284451055

**Marta Pesa.** Profesor Titula. Área de Física. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Investiga la enseñanza y el aprendizaje Línea de Investigación: Didácticas de las ciencias naturales. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Dirección Av. Independencia 1800 - (4000) Tucumán, Argentina

Dirección electrónica: [mpesa@herrera.unt.edu.ar](mailto:mpesa@herrera.unt.edu.ar)

**Adriana Rocha.** Profesor Titular. Departamento de Profesorado de Física y Química. Facultad de Ingeniería. Línea de Investigación: Didácticas de las ciencias naturales. El perfil profesional de los docentes.

Dirección: Av. Del Valle 5737 – (7400) Olavarría, Buenos Aires, Argentina

Dirección electrónica: [arocha@fio.unicen.edu.ar](mailto:arocha@fio.unicen.edu.ar)

# UNA PROPUESTA PARA ENSEÑAR A *EXPLICAR* EN CLASES DE CIENCIAS

## Resumen

El aprendizaje de las ciencias no sólo implica interpretar las leyes, teorías, lenguaje y códigos propios, sino también adquirir estrategias coherentes con su *saber hacer* relacionadas, entre otras, con las habilidades puestas en juego al momento de elaborar una explicación. En este trabajo se presenta y describe una unidad didáctica especialmente diseñada para favorecer el aprendizaje de estas habilidades. La misma fue implementada con un grupo de alumnos de educación secundaria de 15 – 16 años de edad, pero entendemos que la propuesta diseñada puede ser transferible a otras situaciones y contextos.

**Palabras claves:** educación secundaria, propuesta de enseñanza, elaboración de explicaciones, óptica.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos primordiales de las ciencias naturales es elaborar explicaciones de los fenómenos que suceden en el mundo que nos rodea, intentando responder no sólo a “¿qué sucede?” sino también “¿por qué los fenómenos suceden como suceden?”. Como afirma Hempel (2006) entre los muchos factores que han estimulado y sostenido la investigación en los diversos campos de la ciencia empírica, hay dos perdurables preocupaciones humanas que han suministrado el principal impulso a los esfuerzos científicos del hombre: una de naturaleza práctica y otra de naturaleza más racional. La primera está relacionada con el hecho de que el hombre, desde siempre, ha intentado no sólo sobrevivir en el mundo sino también hacerlo más predecible y controlable. La formulación de leyes y teorías que permiten la predicción de sucesos futuros se cuenta entre las más altas realizaciones de la ciencia empírica. La segunda motivación reside en su pura curiosidad intelectual, en su persistente deseo de conocer y de comprenderse a sí mismo y a su mundo.

En este intento de conocerse y conocer su entorno, en el seno de la ciencia y a lo largo del tiempo se han construido explicaciones acerca de los múltiples fenómenos que suceden a diario.

El aprendizaje de las ciencias, entonces, no sólo implica interpretar las leyes, teorías, lenguaje y códigos propios, sino también adquirir estrategias coherentes con su *saber hacer* relacionadas con el modo de razonar activado

ante una situación problemática; con las estrategias puestas en juego al momento de resolver un problema y con la forma de elaborar una explicación. Coincidiendo con Pozo (2007), con la enseñanza de las ciencias habría que “ayudar a los alumnos a construir modelos y teorías cada vez más próximos al conocimiento académico o científico, que tendrían el valor añadido de explicar lo que los conocimientos intuitivos muchas veces sólo logran predecir”. Sin abandonar necesariamente las ideas y los modos de razonar con los que llegan a la escuela, los estudiantes deberían ser capaces de construir un conocimiento formalizado en el cual integrar su forma de conocer intuitiva y desarrollar la habilidad de aplicar el nuevo conocimiento con coherencia y consistencia para elaborar explicaciones ante distintos problemas y contextos. Los diseños curriculares actuales para la educación secundaria en Argentina (al igual que en otros países, como por ejemplo España) prescriben la enseñanza de competencias básicas entre las cuales se destacan la explicación, la justificación y la argumentación.

El creciente interés por el estudio de estas competencias y su inclusión explícita en los diseños curriculares se justifica en la relevancia que tiene la discusión explicativa y argumentativa en la construcción del conocimiento científico (Solbes, Ruiz y Furió, 2010) como en el contexto de la clase de ciencias donde resultan fundamentales para comprender los conceptos y teorías y para entender la naturaleza de las ciencias (Caamaño, 2010).

### **LAS EXPLICACIONES CIENTÍFICAS**

En concordancia con lo propuesto por Sanmartí (2002), explicar implica **dar razones** de lo que se observa diciendo **por qué** sucede el fenómeno analizado y/o por qué sucede como sucede. Atendiendo a lo propuesto por Hempel (2006) para elaborar una “buena” explicación será necesario: identificar y describir la situación que se debe explicar; identificar las condiciones específicas o hechos particulares que están llevándose a cabo y que “causan” la situación a explicar; identificar el saber de la ciencia (conceptos, leyes, teorías, modelos) según el cual cada vez que ocurran las condiciones específicas tendrá lugar una situación con las características de la situación a explicar; relacionar los hechos observados con el conocimiento teórico seleccionado activando modo de conocer coherentes con los de la ciencia (plurivariados y sistémicos) y, finalmente, redactar la explicación lo que

conlleva elaborar el texto usando los conectores característicos de uno explicativo. Pero la manera de explicar los fenómenos que propone la ciencia por lo general no coincide con la que presentan los estudiantes al llegar a clase.

### **LAS EXPLICACIONES INTUITIVAS DE NUESTROS ALUMNOS**

Cuando los alumnos concurren a la escuela traen consigo un bagaje de experiencias y la capacidad de comprender intuitivamente muchos fenómenos de la vida cotidiana. Por lo general dicho conocimiento difiere sustancialmente del modo de conocer de la ciencia escolar que se pretende compartir con la enseñanza. Una de las maneras en que se manifiestan esas diferencias es en los modos de razonamiento que se activan a la hora de resolver una situación problemática y elaborar una explicación, en un contexto cotidiano o en uno científico. Según Pesa y Cudmani (1998) intuitivamente se tiende a usar un razonamiento *monoconceptual* y *secuencial lineal*. El razonamiento cotidiano, al contrario del científico, establece una sucesión lineal de relaciones de causa y efecto en la que cada uno de estos términos está asociado a una sola magnitud (Viennot 2002, Pozo y Gómez Crespo 1998).

Así, al elaborar una explicación desde el saber cotidiano, se tiende a simplificar acríticamente los problemas, suponiendo a priori que la respuesta depende de una sola variable. No se suelen considerar efectos mutuos entre distintos elementos presentes en la situación, reduciendo el análisis a cambios locales o a deducciones directas, haciendo uso de un razonamiento no sistemático. A su vez se atiende más a las propiedades que a las funciones de los elementos en juego en la situación analizada, sean éstos conceptuales o fácticos.

Desde el saber de la ciencia, al elaborar una explicación se activan razonamientos multivariados y sistémicos que implican atender a las múltiples variables y a los complejos procesos que se producen entre las variables involucradas en el fenómeno a explicar.

Las diferencias entre el saber intuitivo y el saber de la ciencia dejan en evidencia la necesidad de planificar intencionalmente la enseñanza de habilidades concernientes a la elaboración de explicaciones, enseñanza que debería favorecer que los alumnos construyan un modo de conocer cada vez más complejo y coherente con el de la ciencia a partir del saber que han construido como consecuencia de la interacción diaria con su entorno.

## **LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA**

Con la intención de propiciar un aprendizaje como el aquí descrito se diseñó una propuesta de enseñanza con la cual se aborda la temática visión de un objeto y formación y visión de imágenes ópticas, la cual se describe en Bravo, Pesa y Rocha (2010). Dicha propuesta se implementó con un grupo de alumnos de educación secundaria (de edades comprendidas entre los 15 y 16 años) de una Escuela de Educación Técnica de Olavarría (Bs. As. - Argentina). La propuesta se estructura a través de un eje transversal relacionado con el entorno tecnológico: el diseño y fabricación de un retroproyector de bajo costo comparativo. Se intenta de esta forma no sólo motivar a los estudiantes a aprender el saber científico, sino también a desarrollar habilidades inherentes al saber hacer, en relación a la elaboración de explicaciones, al tener que decidir qué elementos utilizar en la fabricación del dispositivo. En tal sentido se orienta a los estudiantes a profundizar los principios básicos del funcionamiento de los elementos ópticos como así también a elegir y justificar qué lente y espejo utilizar para construir el retroproyector, qué características deberá tener la superficie donde se proyecten las diapositivas.

Se diseñaron 15 actividades que se organizaron en cuatro fases de enseñanza: iniciación, desarrollo, aplicación y síntesis y conclusión. Las actividades de iniciación tienen como objetivo favorecer la explicitación y clarificación del saber y saber hacer de los estudiantes. Este momento es crucial para ayudar a los alumnos a reconocer qué piensan, cómo explican el fenómeno cuyo estudio se comienza a abordar para que luego puedan analizar y reflexionar acerca de cómo conocen y cuáles son las características primordiales de sus modos de conocer. Las actividades de desarrollo intentan favorecer el reconocimiento e interpretación del saber y saber hacer de las ciencias. Las de aplicación favorecerían el desarrollo de la habilidad de hacer uso consistente y coherente del conocimiento construido, en múltiples contextos y situaciones. Finalmente, las actividades de síntesis y conclusión intentan involucrar a los estudiantes en un proceso de explicitación de lo que aprendieron, de cuáles fueron los cambios en sus puntos de vista, en su manera de elaborar explicaciones, de cuáles son las características del saber construido; son un momento adecuado para reflexionar sobre cómo aprendieron, en un intento de clarificar aquellas estrategias que les resultarán útiles aplicar para seguir aprendiendo. En el

anexo se presenta esquemáticamente la organización de las actividades de la propuesta.

Se presentan y describen a continuación algunas de las actividades diseñadas para la enseñanza de la habilidad de elaborar explicaciones las cuales se indican con sombreado en la tabla del anexo.

### **Las actividades**

La primera parte de la Actividad 3 tiene como objetivo que los alumnos, haciendo uso de sus propias concepciones respecto de lo que significa elaborar una explicación, elaboren una sobre un fenómeno conocido y cotidiano. Esta tarea está planteada para ser realizada individualmente a fin de que cada uno reflexione y reconozca las características de las explicaciones que puede elaborar, para, a partir de allí, construir nuevos saberes.

**Actividad 3:** ¿Y en ciencias cómo explicamos?

**Primera parte: ¡A pensar solo!** Imagina que te muestran la siguiente fotografía y te solicitan que expliques el fenómeno fotografiado: ¿qué



respuestas darías?

**Segunda parte: Para discutir entre compañeros y con el profesor**

- 1) Discute con tus compañeros y docente qué aspectos se deberían tener en cuenta al elaborar una explicación haciendo uso del saber de la ciencia.
- 2) Enuncia y describe los aspectos consensuados en el ítem anterior.
- 3) Redacta la explicación que darías ahora al fenómeno fotografiado, identificando e indicando cada uno de los aspectos mencionados en el inciso anterior.

La segunda parte de la actividad se sugiere que alumnos y docente discutan y reflexionen sobre las diferencias entre describir y explicar un fenómeno y que acuerden qué características tienen las explicaciones consideradas coherentes con las científicas. Esta instancia es de gran relevancia porque parece que el hecho de que los alumnos conozcan las “características distintivas de los textos científicos” antes de ser ellos quienes las elaboren, favorecería el desarrollo de la habilidad de elaborar argumentaciones (y agregaríamos explicaciones) (Trinidad, 2010). Una vez que han reflexionado sobre las características que tiene una explicación científica y reconocido los aspectos que deberían tener

en cuenta para elaborarla (identificación y descripción de la situación a explicar; identificación de los elementos y procesos que intervienen en la situación analizada; relación de hechos con marco teórico seleccionado) se propone la siguiente actividad.

Actividad 4: Cuando las lentes forman imágenes

El objetivo de esta segunda parte es que expliquen el cambio observado en la trayectoria de la luz que atraviesa la lente. Con el fin de elaborar dicha explicación (y atender a todos los aspectos que se consensuaron relevantes en la actividad anterior) respondan las siguientes cuestiones.

*1.- Identificar y describir la situación a explicar*

(1) ¿cómo cambia la trayectoria de la luz al transmitirse por la lente delgada?

(2) ¿qué sucede con los haces refractados?

*2.- Identificar (atendiendo al saber de las Ciencias) los elementos y los procesos que intervienen en la situación analizada y hacen que el fenómeno suceda como sucede.*

(3) ¿qué fenómenos ocurren cuando la luz interacciona con objetos transparentes, como es el caso de las lentes?

(4) ¿en qué condiciones la luz cambia su dirección de propagación?

(5) ¿de qué manera puede cambiar la dirección de propagación?

(6) ¿de qué depende la manera en que cambia la dirección de propagación?

*3.- Relacionar los hechos observados con el conocimiento teórico seleccionado*

(7) ¿en el caso analizado se dan las condiciones necesarias para que la luz cambie de propagación?

(8) ¿cómo cambia la dirección de propagación en el caso analizado? - ¿cómo pueden justificar ese cambio?

*4.- Redactar una explicación.*

En función de las respuestas dadas con antelación expliquen cómo y por qué cambia la dirección de propagación de la luz al incidir en una lente delgada convergente y una divergente.

Dado que es una actividad pensada para aprender a explicar, además de estudiar el fenómeno de formación de imágenes por refracción, se guía a los alumnos con distintas preguntas con el fin de que reconozcan y expliciten los componentes que caracterizan una explicación (identificación y descripción de

la situación a explicar; identificación de los elementos y procesos que intervienen en la situación analizada; relación de hechos con marco teórico seleccionado) para que finalmente, y atendiendo a ellos, elaboren un texto explicativo.

Una vez ensayada la tarea de elaborar explicaciones a partir de una actividad guiada, se propone la Actividad 5 que tiene como objetivo que los alumnos, haciendo uso de lo aprendido respecto de cómo debería elaborarse una explicación coherente con la de las ciencias, expliquen una situación problemática. A diferencia de la actividad anterior, no se guía aquí a los alumnos en el reconocimiento de los aspectos que deberían ser tenidos en cuenta para elaborar dicha explicación sino que se espera que sean ellos, quienes decidan cómo elaborarán la explicación.

Actividad 5: Aplicando lo aprendido

Una máquina fotográfica básicamente consiste en un diafragma (agujero) un objetivo (lente convergente) y una película fotográfica donde debe formarse la imagen de los objetos para que se registren en la fotografía. ¿Podrías explicar cómo y por qué crees que se formaría la imagen de un objeto que se coloca frente a la cámara? Representa tu respuesta sobre el dibujo.

Este tipo de tareas reviste gran importancia dado que, tal como propone Jiménez Aleixandre (2010), la práctica resulta esencial para el aprendizaje de competencias argumentativas, por lo que es indispensables proponerle a los alumnos múltiples situaciones y contextos donde puedan desarrollar y practicar la habilidad de elaborar explicaciones. Como se puede observar en la tabla del anexo se presentan a lo largo de la propuesta de enseñanza varias actividades donde los alumnos deben aplicar la habilidad que están aprendiendo.

A su vez, este tipo de actividades pueden ser utilizadas por alumnos y docentes para evaluar cómo se está llevando a cabo el proceso de aprendizaje del saber que se está intentando enseñar, al analizar las características de las explicaciones elaboradas.

Hacia el final del proceso de enseñanza se presenta la siguiente evaluación.

Actividad 6: Evaluando qué y como aprendimos. Primera parte.

Relee las respuestas dadas a la actividad *¿Y en ciencias cómo explicamos?*



- a) ¿Crees que entonces explicaste de forma coherente a como lo hace la ciencia?
- b) ¿Elaborarías ahora de manera diferente esa explicación? ¿Por qué?
- c) De decidir cambiar tu explicación original elabora una nueva indicando en qué aspectos difiere de la anterior

Esta actividad tiene como objetivo que los alumnos reflexionen acerca de qué y cómo han aprendido en relación a la elaboración de explicaciones. Una vez resuelta esta tarea en forma individual el docente podrá presentar ante el gran grupo de alumnos las explicaciones que dieron al comienzo del proceso de enseñanza y las que redactaron en esta instancia final para, caracterizarlas, mostrar cómo fueron cambiando y, en relación con ello, qué y cómo aprendieron y qué falta por aprender.

### **PRIMEROS RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN**

Antes de implementar la propuesta aquí descrita, los alumnos manifestaron serias dificultades para elaborar, redactar y comunicar explicaciones a los problemas planteados. Ante dichas problemáticas tendían más a describir las situaciones involucradas que a explicarlas; a ofrecer respuestas tautológicas o directamente a no responderlas. En el caso de elaborar una respuesta, tendían a activar modos de razonar no sistémicos sino reduccionistas, que implicaban reconocer un reducido número de variables y no reconocer interacciones entre ellas. Así por ejemplo, elaboraban explicaciones del tipo: “puedo ver porque hay luz”; “puedo ver porque tengo ojos”. Este tipo de respuestas podría estar indicando algo que va más allá del hecho de que no han conceptualizado científicamente el fenómeno y adquirido aún la habilidad de elaborar explicaciones científicas. Podrían estar indicando que los alumnos no reconocen la relevancia de tener que explicar, esto es desde el pensamiento cotidiano, “algo es así porque lo es” y si no cambia o se produce alguna alteración, no es necesario pensar más allá.

Conforme avanzó la enseñanza los alumnos comenzaron a reconocer mayor número de variables relacionadas con el fenómeno, lograron relacionar dichas variables (a partir de casualidades lineales) y elaborar textos explicativos cada vez más complejos, los cuales resultaron ser correctos en términos de la ciencia (aunque incompletos). Así por ejemplo, explicaron que “vemos porque

los objetos reflejan difusamente la luz que incide en ellos” o porque “la luz emitida por los objetos incide en los ojos del observador”. Un hecho que se observó reiteradas veces fue que cuando el docente ante este tipo de respuestas, cuestionó a los alumnos sobre las variables no reconocidas explícitamente (por ejemplo sobre la necesidad de la presencia y correcto funcionamiento del sistema visual y no sólo que los objetos reflejen la luz o de la necesidad que ocurra la reflexión difusa en los objetos no luminosos), los estudiantes reconocían que era “obvio” que esa variable o proceso estaban involucrados, aunque no la mencionaran en sus respuestas originales. Es decir que los estudiantes no concebirían espontáneamente, la *necesidad* ni reconocerían la *importancia* de *explicitar* al elaborar sus respuestas, todas las variables y relaciones que intervienen en el fenómeno. En su lugar, tienden a incorporar en los textos explicativos sólo aquellos aspectos que les parece más importantes, novedosos, necesarios de mencionar para poder explicar la situación. Hacia el final de la enseñanza, se observó que la mayoría de los estudiantes logró construir un modelo sistémico respecto de los fenómenos ópticos analizados. Así explicaron por ejemplo, que “vemos porque la luz reflejada por los objetos ingresa en el ojo del observador, se refracta en la cornea e incide en la retina”. Y se observó también que muchos de ellos comenzaron a elaborar textos explicativos coherentes con los de la ciencia, identificando y describiendo la situación que se les pedía explicar y los hechos particulares que la “causaban”; seleccionando adecuadamente el saber de la ciencia escolar y utilizando correctamente conectores característicos de un texto explicativo al elaborar sus respuestas.

Vale comentar finalmente, que el diseño y evaluación de la propuesta de enseñanza aquí presentada forma parte de un proyecto de investigación más amplio que intenta concluir sobre cómo aprenden a *conceptualizar* los fenómenos ópticos y a *elaborar explicaciones* científicas los alumnos de educación secundaria y qué estrategias de enseñanza favorecen más eficazmente dicho aprendizaje. Ya hemos avanzado mucho en relación a qué y cómo aprenden el saber de la ciencia (algunos resultados de esta investigación pueden verse en Bravo, Pesa y Pozo, 2010; Bravo, Pesa y Pozo, 2012) y actualmente nos encontramos abocados a estudiar cómo aprenden a elaborar explicaciones científicas. Pero más allá de los resultados formales a los que

lleguemos, entendemos que y en concordancia con lo que advierten Solbes Ruiz y Furió (2010), la enseñanza de esta estrategia no debe concebirse como una “tarea de un día ni de un par de actividades aisladas, sino que requiere de una planificación a largo plazo con unos objetivos pautados según su dificultad para conseguirlos”. Por ello, la experiencia aquí propuesta debería ser un primer paso en la enseñanza de la habilidad de elaborar explicaciones científicas, la cual debería continuarse y profundizarse, a lo largo de toda la educación formal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAVO, B., PESA, M. Y POZO, JI (2010). “Los modelos de Ciencia para explicar la visión y el color: las complejidades asociadas a su aprendizaje”. *Enseñanza de las Ciencias*. 28,1, 113- 126.
- BRAVO, B., PESA, M. Y POZO, JI. (2012) “La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Un estudio sobre “qué, cuando y cuanto” aprenden los alumnos acerca de la visión”. *Enseñanza de las Ciencias*. 30, 3 87-110.
- BRAVO, B., PESA, M. Y ROCHA, A. (2010) “La visión y los fenómenos ópticos. Una propuesta para su enseñanza”. *Novedades educativas*, 237, 32-39
- CAAMAÑO, A (2010). “Argumentar en ciencias”. *Alambique*. 63, 5 -10.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M (2010) 10 *Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* Barcelona. Ed. Graó.
- HEMPEL. C (1979). *La explicación científica: estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Editorial Paidós, 2006
- HOGARTH, R. (2002). *Educación la Intuición*. Barcelona Ediciones Paidós Ibérica, S.A. y Buenos Aires Editorial Paidós, SAICF.
- PESA M. y CUDMANI, L. (1998). “¿Qué ideas tienen los estudiantes respecto a la visión?”. *4º Simposio de Investigadores en Educación en Física*. 311 – 321.
- POZO J.I. y GÓMEZ CRESPO, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid. Ed. Morata SL.
- POZO, J.I. (2007). “¿Qué puede aportar la educación científica a la mejora de la actividad mental de los alumnos?” En: SÁNCHEZ, J.M. (Ed.) *Iniciación a la cultura científica: la formación de maestros*. Madrid Machado libros, 126–140.
- SANMARTÍ, N. (2002) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid. Ed Síntesis SA.

- SOLBES, J.; RUIZ, J. y FURIÓ, C. (2010) “Debates y argumentación en las clases de física y química”. *Alambique*. 63, 65-75.
- TRINIDAD, O. (2010) “Producción de argumentaciones escritas en las clases de física”. *Alambique* 63, 50-56.
- VIENNOT, L. (1996). *Razonar en física. La contribución del sentido común*. Madrid Machado libros, SA. 2002.

## ANEXO

Tem a	Actividad	Contenidos Conceptuales	Instancia didáctica	Contenidos procedimentales	Instancia didáctica	
La formación de imágenes en lentes delgadas	1	Tus ideas, mis ideas nuestras ideas sobre las imágenes	Formación de imágenes	Iniciación		
	2	La interacción luz – cuerpos transparentes	Refracción			
	3	Y en ciencias ¿cómo explicamos?			Elaboración de explicaciones	Iniciación
	4	Cuando las lentes forman imágenes. Primera parte: A trabajar experimentalmente	Formación de imágenes por refracción	Desarrollo		
		Cuando las lentes forman imágenes Segunda parte: A elaborar explicaciones!			Elaboración de explicaciones	Desarrollo
5	Aplicando lo aprendido para explicar la formación de imágenes	Formación de imágenes por refracción	Aplicación	Elaboración de explicaciones	Aplicación	
El proceso de visión	6	Nuestras ideas sobre la visión	La visión	Iniciación		
	7	La interacción luz – cuerpos opacos	Reflexión difusa	Desarrollo		
	8	La interacción luz – sistema visual	Fisiología y funcionamiento del ojo	Desarrollo		
	9	Explicando la visión aplicando lo aprendido	Proceso de visión	Aplicación	Elaboración de explicaciones	Aplicación
La formación de imágenes en espejos planos	10	Tus ideas, mis ideas nuestras ideas sobre las imágenes virtuales	Formación de imágenes por reflexión	Iniciación		
	11	La interacción luz – cuerpos espejados. r	Reflexión especular	Desarrollo		
	12	La interacción luz – espejos: la formación de imágenes. Primera parte: A experimentar! Segunda Parte: A explicar!	Formación de imágenes por reflexión	Desarrollo	Elaboración de explicaciones	Aplicación
	13	Aplicando lo aprendido para explicar la formación de imágenes	Formación de imágenes por reflexión	Aplicación	Elaboración de explicaciones	Aplicación
Integración	14	Aplicando lo aprendido para diseñar un retroproyector y explicar su funcionamiento	Todos	Aplicación	Elaboración de explicaciones	Aplicación
	15	Evaluando qué y cómo aprendimos	Todos	Síntesis y conclusión	Elaboración de explicaciones	Síntesis y conclusión

