

LOS CONTENIDOS PROCEDIMENTALES¹

La didáctica de la física no consiste únicamente en cómo enseñar conceptos como las leyes de Newton, la intensidad de corriente eléctrica o el efecto fotoeléctrico.

La física utiliza maneras específicas de trabajo como medir, recolectar datos y organizarlos o interpretar gráficos. Estos saberes corresponden a los llamados contenidos procedimentales que tienen características de enseñanza y aprendizaje diferentes a los contenidos conceptuales.

Ejemplo de cuestiones que tienen relación directa con los procedimientos:

- ✓ ¿qué tener en cuenta para observar un fenómeno físico?
- ✓ ¿cómo seleccionar los aspectos relevantes y desechar los otros en el fenómeno físico?
- ✓ ¿por qué al realizar un trabajo sobre flotación tener en cuenta el material del objeto pero no al analizar las variables que modifican el período de un péndulo?

Los contenidos procedimentales se entienden como secuencias de acciones dirigidas a la consecución de una meta e incluyen diversas secuencias de actividades que los alumnos deberían aprender. Estas van desde las técnicas sencillas, como la medición de un volumen, hasta estrategias de razonamiento, como la formulación de anticipaciones e hipótesis o la contrastación de modelos.

Las técnicas son más sencillas de aprender que las estrategias. A su vez, el aprendizaje de estrategias requiere del conocimiento de técnicas. Por ejemplo la formulación de hipótesis respecto de la relación funcional de dos variables requiere conocer cómo se registran los datos. Las estrategias no son solamente referidas al trabajo experimental, ya que se incluyen en ellas las estrategias de aprendizaje o de resolución de problemas que requieren de cierto grado de reflexión o metacognición. Así, en las estrategias se distinguen distintas etapas: la fijación de metas, la elección de una secuencia de acción, su aplicación y la evaluación de los resultados.

Específicamente con respecto al trabajo experimental, los procedimientos se pueden agrupar en:

- ✓ formulación de preguntas y explicaciones provisorias,
- ✓ selección, recolección y organización de la información,
- ✓ interpretación de la información,
- ✓ diseño de investigaciones escolares,
- ✓ comunicación.

Formulación de preguntas y de explicaciones provisorias²

Este contenido procedimental se fundamenta en el carácter de exploración constante que poseen las ciencias, en la que aprender a formular preguntas o a plantearse problemas es casi más importante que aprender a responderlos o solucionarlos.

La formulación de preguntas supone poder:

- ✓ delimitar el campo sobre el que se preguntan las a. ciencias naturales.

¹ Extraído de: Calderón, S. (2006) Didáctica Específica III: Didáctica de la Física. San Martín: Universidad Nacional de San Martín

² Extraído de CBC (1995). Buenos Aires: Ministerio de Cultura y Educación.

- ✓ formular preguntas de un modo tal que sean susceptibles de comprobación. Para ello las preguntas deben posibilitar su puesta a prueba mediante cursos de acción.

Las *anticipaciones* y las *hipótesis* no son otra cosa que explicaciones provisionales y razonables sobre los fenómenos que se estudian y las observaciones que se realizan. Las mismas orientan los procesos de búsqueda e investigación, se relacionan estrechamente con los problemas a investigar y deben poder comprobarse.

Mediante la formulación de hipótesis es posible

- ✓ Explicar observaciones o relaciones.
- ✓ Realizar predicciones relacionadas con principios o conceptos.

Cuando las hipótesis se ponen a prueba permiten comprobar que se puede estar equivocado, lo cual es también importante.

Selección, recolección y organización de la información

La selección, recolección y organización de información constituyen procedimientos centrales en el proceso de construcción de conocimientos científicos.

La *observación* es uno de los procedimientos utilizados en el proceso de recolección de información. Supone la utilización de los sentidos y es una actividad de tipo intelectual, pues los observables se constituyen en tales desde el marco interpretativo del observador. El desarrollo gradual de este procedimiento permitirá seleccionar lo relevante de lo irrelevante en el marco del problema a investigar. También se puede obtener información a partir de la observación puesta en juego en la realización de diseños experimentales.

La *observación* puede ser de tipo cualitativa o cuantitativa. El *proceso de medición* -que vincula la magnitud a medir, el observador y el instrumento utilizado no es exacto, por tanto involucra la búsqueda de procedimientos que permitan calcular el error de la medición, a fin de que se comprenda que el resultado de toda medición individual es una franja y no un valor único. Estos procedimientos comprenden conocimientos matemáticos y estadísticos.

La *recuperación de la información* puede efectuarse a partir de diferentes fuentes bibliográfica, video, *software*, etc. Se recupera información en distintos momentos del proceso de investigación. También es importante que los estudiantes se den cuenta que la lectura de experimentos realizados por otros, es un procedimiento necesario para la construcción de conocimientos. Con la recuperación de información también se promueve la confrontación entre diversas fuentes.

Los procedimientos de *recolección y organización* de la información facilitan los procesos de análisis e interpretación de esta última. Constituyen también recursos útiles para la comunicación.

Existen diferentes procedimientos para el registro y organización de la información. Principalmente:

- ✓ las tabulaciones (cuadros de simple entrada, cuadros de doble entrada, cuadros de triple entrada).
- ✓ los gráficos cartesianos

Interpretación de la información

La interpretación de la información atraviesa todo el proceso de producción de conocimientos.

Cuando se observa, cuando se seleccionan unos u otros datos, se interpreta, pues la observación es una actividad intelectual que implica la construcción de significados.

Cuando se "elaboran conclusiones" también se está efectuando una interpretación de información.

En todo momento, la interpretación supone establecer relaciones entre diversos aspectos de la información obtenida y elaborar algo de todo ello.

Por tanto, la interpretación debe apoyarse en los datos que se procesan, y referirse a las experiencias concretas que se llevan a cabo. Es esperable que en el proceso de interpretación de la información, los estudiantes puedan:

- ✓ diferenciar las conclusiones que se ajustan a las pruebas disponibles de aquellas que son inferencias que trascienden a dichas pruebas.
- ✓ evitar la tendencia a generalizar las conclusiones obtenidas en una situación determinada.
- ✓ contrastar las conclusiones parciales con modelos o teorías explicativas más amplias.
- ✓ la búsqueda de modelos -tanto la elaboración como el análisis de los mismos- es un contenido procedimental clave en la producción de conocimientos científicos, es también un contenido procedimental central para interpretar la información que se trabaja.

Diseño de investigaciones escolares

Este contenido procedimental remite a la planificación de las investigaciones, tanto de tipo exploratorio como experimental. Supone la posibilidad de anticipar el desarrollo de una estrategia de investigación en el contexto del problema o situación a resolver.

Los diseños de tipo exploratorio son experimentales en un sentido amplio, pues ellos comprometen la medición y el registro de diversas variables. Se centran en la búsqueda de similitudes y diferencias, utilizan el análisis estadístico de los datos, aunque en ellos no se aíslan las variables dependiente e independiente. Los diseños exploratorios son, en este sentido, uno de los caminos que posibilitan la construcción de conocimientos en interacción con la experimentación en un sentido amplio.

En los diseños experimentales en sentido estricto, y a diferencia de los exploratorios, sí se aíslan las variables dependiente e independiente y se controlan las otras que intervienen en el fenómeno a estudiar. En las ciencias naturales se utilizan tanto diseños exploratorios como diseños experimentales que permiten poner a prueba los conocimientos que se construyen. Para poder planificar estos diseños resulta necesario:

- ✓ hacer una enunciación del problema a investigar en términos operacionales. Cualquier pregunta no es un problema. La pregunta se constituye en problema cuando en su formulación implica el modo de ponerla a prueba.
- ✓ señalar las variables a estudiar. En el caso de los diseños experimentales es necesario, además, discriminar la variable independiente, es decir, aquello que debe variar durante la investigación, señalar y controlar la o las variables que deben permanecer constantes, y señalar la variable dependiente, que es lo que ha de medirse o compararse cuando se modifique la variable independiente.

Comunicación

La comunicación es un procedimiento inherente al modo en que se producen los conocimientos científicos. No se circunscribe a la comunicación de resultados, sino que atraviesa todo el proceso de construcción de conocimientos.

El proceso de producción de conocimientos científicos, es colectivo, requiere de la colaboración de los grupos de científicos, la comunicación posibilita el intercambio entre ellos y viabiliza la construcción de un conocimiento objetivo, pues permite que se articulen las opiniones y enfoques de diferentes sujetos.

El proceso de comunicación se lleva a cabo mediante la utilización de diferentes recursos:

- ✓ las comunicaciones escritas (paneles, murales, informes, artículos, etc.).
- ✓ las comunicaciones orales
- ✓ el trabajo grupal
- ✓ el análisis de experimentos históricos, registros gráficos, Todos estos recursos constituyen también contenidos procedimentales, que se encuentran involucrados en un contenido procedimental más amplio que es el proceso de comunicación.

Cabe señalar que la comunicación involucra el manejo y la comprensión de un *vocabulario* específico de las ciencias naturales, mediante el cual se intercambian y construyen significados.

APRENDIZAJE DE PROCEDIMIENTOS

¿Por qué separar los contenidos según el *saber* y el *saber hacer*? Según la psicología cognitiva, el aprendizaje de conceptos y de procedimientos se adquiere mediante procesos diferentes y, hasta cierto punto, independientes. La idea básica es que las personas disponemos de formas diferentes de conocer el mundo y no siempre están relacionadas.

En el libro *Aprender y enseñar ciencia*, de POZO y GÓMEZ CRESPO (2000), se presenta un cuadro que permite dar una idea de las diferencias entre el *saber* y *saber hacer*, es decir muestra las diferencias entre los conocimientos conceptuales y procedimentales.

<i>Características</i>	<i>Conocimiento de datos</i>	<i>Conocimiento procedimental</i>
Consiste en	Saber qué	Saber cómo
Es	Fácil de verbalizar	Difícil de verbalizar
Se posee	Todo o nada	En parte
Se adquiere	De una vez Por exposición	Gradualmente Por práctica
Procesamiento	Esencialmente controlado	Esencialmente automático

EL TRABAJO PRÁCTICO EN LA SECUENCIA DIDÁCTICA¹

Resulta práctico para el profesor agrupar las actividades experimentales teniendo en cuenta el lugar que ocupan dentro de la secuencia de enseñanza. Los diferentes tipos pueden ser:

Ejercicios prácticos. Sirven para desarrollar habilidades prácticas. La adquisición de técnicas o destrezas es necesaria para que el alumno pueda aprender estrategias para resolver problemas.

Estas actividades pueden ser de manejo práctico del material específico, tal como aprender a medir con una probeta. También pueden ser de tipo comunicativo como lo es la confección de un informe. Debe tenerse en cuenta que las destrezas difícilmente se adquirirán si no hay un interés mínimo por lograrlas y un cierto orden por parte de los alumnos. Un ejemplo: no se trata de llenar una y otra vez una probeta con cantidades diferentes de líquido para que midan, sino de plantear alguna situación que de lugar al llenado y medición con la probeta; a tal fin puede presentarse un grupo de frascos que contienen líquido y que es necesario etiquetar con la medida del líquido. Una forma es conseguir una probeta y trasvasar y medir las cantidades.

Experimentos ilustrativos. Son actividades que sirven para ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de conceptos. Por ejemplo, si se trabajó la dilatación de sólidos, se puede realizar el montaje experimental para determinar el coeficiente de dilatación de un metal. La actividad servirá tanto para ejemplificar el fenómeno como para mejorar la comprensión del mismo.

Si se pretende desarrollar la comprensión teórica de un fenómeno, se deberá partir de habilidades básicas adquiridas anteriormente. En el ejemplo, si los estudiantes tienen que armar el dispositivo experimental, deben conocer como hacer el montaje a partir de una guía o instrucciones.

El trabajo puede tener diferentes enfoques y estar orientado a la realización de mediciones para comprobar la constancia de las mismas, comprobar los resultados con los valores de tablas o comprobar la relación entre variables.

Este tipo de trabajo pone énfasis en el análisis de datos, la elaboración de conclusiones y la interpretación de los resultados.

Experiencias de demostración. Sirven para promover la familiarización perceptiva con un fenómeno. Por ejemplo: se puede ver cómo se dobla una lámina bimetálica por el cambio de temperatura. No se pretende que los alumnos elaboren un informe escrito de la actividad y en general las prepara y realiza el profesor.

Experimentos para contrastar hipótesis. Sirven para poner en evidencia que la anticipación realizada no es correcta. Un ejemplo: se coloca sobre una balanza un recipiente con agua y se mide la masa; se pregunta qué sucederá con la indicación de la balanza al sumergir sostenido de un hilo y sin que toque el fondo del recipiente un cuerpo dentro del agua. Es común que los estudiantes sugieran que la balanza marcará lo mismo que inicialmente. La realización del experimento servirá para corroborar o contrastar la hipótesis formulada. A continuación los mismos alumnos podrán deducir utilizando conceptos teóricos (Leyes de Newton y principio de Arquímedes) la justificación de lo observado.

Experimentos como investigación. Se trata de resolver un problema y necesita la aplicación de alguna estrategia. La situación se presenta al alumno como desafío de manera similar a los problemas de lápiz y papel. No es una tarea rutinaria siempre igual a sí misma como resulta un ejercicio, sino que es una situación nueva, relativamente abierta en la que sabemos dónde estamos y adónde queremos llegar, pero no exactamente cómo hacerlo.

Una tarea puede ser simplemente repetitiva (ejercicio) o novedosa (problema) en función no solo de las propias características sino de los conocimientos de la persona que se enfrenta a ella. Por ejemplo, si se pide a un alumno que encienda una lámpara con un cable y una pila, puede ser un ejercicio si ya conoce cómo hacerlo o puede ser un problema que implique desafío.

En general, estas actividades implican el manejo de técnicas básicas y es fundamental que su planteo se realice según una secuenciación adecuada. De esta forma se tendrá en cuenta que los alumnos tengan los conocimientos necesarios para abordar el trabajo práctico con posibilidades de éxito.

Este tipo de trabajo práctico requiere de mayor tiempo de desarrollo que los otros y uno se pregunta ¿vale la pena el esfuerzo y el tiempo que se emplea en ellos? Si se pretende que los alumnos aprendan algo acerca de la metodología científica, es importante que en algún momento del año desarrollen un proyecto donde realicen un trabajo experimental como investigación. De lo contrario, se transmite una visión muy superficial del trabajo científico.