

## La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar)

**Mercè Izquierdo Aymerich**

La V de Gowin fue diseñada por B. Gowin para representar la estructura del conocimiento científico en un contexto didáctico. En la actualidad, cuando los modelos cognitivos para las Ciencias son cada vez más importantes, esta estructura se hace más flexible hasta llegar identificarse con los procesos de construcción de conocimiento científico escrito en el aula. En este artículo se presenta la V de Gowin, se indica cómo construirla y se muestran los diversos usos que puede tener en la clase de Ciencias, tanto en la enseñanza básica como en los niveles superiores.

**Palabras clave:** Ciencias experimentales, Ciencia, Didáctica, Educación, B. Gowin, Diagrama V de Gowin

### Introducción

El objetivo de la intervención docente en los niveles obligatorios es que los alumnos y alumnas "aprendan a aprender". Por lo que un aspecto de la enseñanza va a ser ayudar a los estudiantes a comprender cuál es la estructura general del conocimiento y cómo se genera, y a servirse de ella para avanzar en el aprendizaje de los conocimientos específicos.

B. Gowin, profesor norteamericano de la Universidad de Cornell, diseñó hace ya mucho tiempo (hacia 1970) un diagrama que denominó *V de Gowin*. Se trata de una representación visual de la "estructura del conocimiento" empleada para "aprender a aprender" (Novak y Gowin, 1989). El conocimiento se refiere a objetos y acontecimientos del mundo. Aprendemos algo sobre ellos formulándonos preguntas; éstas se formulan en el marco de conjuntos de conceptos organizados en principios (que nos explican cómo se comportan los objetos y fenómenos) y teorías (que indican por qué lo hacen así). A partir de los cuales podemos planificar acciones (experimentos) que nos conducirán a responder la pregunta inicial. Los experimentos adquieren sentido gracias al esquema conceptual en el cual se ha formulado la pregunta, pero algunas veces los datos obtenidos en ellos requieren la introducción de cambios en los esquemas teóricos iniciales y deben "inventarse" nuevos conceptos y relaciones.

Por ello, la V, dibujada en una hoja de papel, divide a ésta en cuatro regiones, en las que vamos a escribir:

1. En el vértice de la V: los acontecimientos o fenómenos que estamos estudiando.
2. En lo alto de su abertura: la pregunta que nos hacemos sobre ellos.
3. En la zona de la izquierda: el marco conceptual que nos ha permitido formular la pregunta (conceptos, principios y teorías) y que da sentido a la experimentación que emprenderemos.
4. En la zona de la derecha: el procedimiento a seguir en la experimentación (datos, transformación de los datos).

La doble flecha en la abertura de la V nos indica la interacción necesaria entre el hacer y el pensar. Esta interacción debe reflejarse en la conclusión. Y, en mi opinión requeriría una zona específica, la quinta zona de la V (Véase Cuadro 1).

Los paradigmas didácticos actuales, que insisten en la necesidad de que los estudiantes participen activamente en la construcción de sus conocimientos, nos permiten valorar desde nuevas perspectivas la utilidad de la *V de Gowin* en la enseñanza. La construcción de conocimiento científico en el aula requiere "actuar pensando"; todo ello queda representado en la V, especialmente si ampliamos el significado de los "esquemas conceptuales" para dar cabida no sólo a los "científicos", sino también a los que está construyendo el alumnado.

La V se convierte así en un potente recurso que ayuda a pensar. La práctica docente ha generado actualmente nuevos usos de la V en el aula y ha diferenciado con mayor precisión las diversas situaciones didácticas en las cuales puede utilizarse. A todo ello voy a referirme a continuación.

### La dinámica de "pensar respondiendo preguntas"

Como se ha mencionado anteriormente, la V intenta ayudar a pensar sobre los hechos, a partir de lo que nos preguntamos sobre ellos; las del conocimiento construido vienen condicionadas por las preguntas que hemos sido capaces de formular.

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL01115U.gif> - Cuadro I

Podemos plantear muchas preguntas diferentes sobre un mismo fenómeno. Así, por ejemplo, si estamos haciendo pan nos pueden interesar las variables que influyen en el sabor del pan, o los factores que influyen en la actividad de la levadura. En este último caso, nos estaremos ocupando de las condiciones de vida de un microorganismo, cosa que no ocurre en el primer caso. Pero las preguntas pueden ser también de diferentes tipos. Comparemos, por ejemplo, las siguientes:

1. ¿Todos los gases pesan?
2. ¿Cómo podemos explicar que un globo se hinche al hacer el vacío en el recipiente que lo contiene?
3. ¿Cuáles serán las mejores condiciones para el crecimiento de una planta?
4. ¿Es posible demostrar que la ley del péndulo siempre se cumple?

Como vemos, las cuatro están solicitando del alumnado una actividad cognitiva diferente.

En la primera tiene que "descubrir" (por razonamiento inductivo, detectando regularidades) algo sobre los gases que aún ignora.

En la segunda, que utilice un razonamiento deductivo para relacionar algunas ideas generales (las leyes de los gases, la teoría cinético- molecular) con el fenómeno (el globo que se hincha) y se le pide que lo explique.

En la tercera debe utilizar un razonamiento hipotético-deductivo y realizar las experimentaciones necesarias para contrastar las hipótesis.

Finalmente, en la cuarta pregunta, el alumno o la alumna debe esforzarse por aplicar sus conocimientos a situaciones nuevas, razonando tanto inductiva como deductivamente.

Todas estas dinámicas de pensamiento deben impulsarse en la realización de la *V* y reflejarse en ella, cuando ya está terminada, especialmente en la redacción de la conclusión. Por ello no existen recetas fáciles para la construcción de la *V*, puesto que la diversidad en el tipo de preguntas genera diferentes *Vs*.

## **La clase de ciencias, lugar de encuentro y de comunicación entre profesorado y alumnado**

### **La construcción de la**

*V*

Entre otras cosas, enseñar ciencias es mostrar al alumnado cómo interpretar alguno de los fenómenos que ocurren a su alrededor: una vela que arde, un globo que se hincha, unas moscas sobre granos de uva, una bombilla que se enciende...

Para que esto sea posible es necesario seguir un proceso lento y dificultoso pero coherente, mediante el cual se construye un edificio conceptual que incluya un número creciente de *hechos interpretados* gracias a los principios o leyes y a las teorías científicas. El éxito de este proceso está condicionado a que alumnado y profesorado consigan dialogar: que se interesen por los mismos fenómenos, que creen un mismo lenguaje y que admitan el carácter tentativo y provisional, por más que riguroso, del conocimiento (Izquierdo, 1992,19 93).

La *V de Gowin* es una ayuda valiosa en este proceso de construir un lenguaje científico propio del aula de Ciencias. Conduce a los estudiantes hacia la interpretación de lo que están haciendo (por eso se dice que es un "heurístico") y por ello, su uso continuado a lo largo de una etapa contribuye a dar coherencia al conjunto de la intervención docente que se realiza en ella.

La *V* se adapta a la dinámica mental que el profesor o la profesora está intentando activar y contribuye a la elaboración de las explicaciones científicas, a la creación de discurso científico en el aula. Por ello las *Vs* de los alumnos pueden no ser correctas en un primer momento, pero deben evolucionar a partir de la discusión y de la corrección colectiva de los errores, hasta llegar a representar, en la conclusión ( la "quinta zona" de la *V*), la interpretación "pactada" (la explicación) de los fenómenos estudiados en clase.

Es importante que esta interpretación incluya los valores que fundamentan todo el aprendizaje de las Ciencias:

la responsabilidad en la intervención en el mundo; la aplicación de los conocimientos para mejorar las condiciones de vida; el deseo de comprender lo que ocurre a nuestro alrededor con el máximo rigor. Por lo cual en la conclusión aparecerán también "juicios de valor".

## La construcción de la V: un ejemplo sobre el agua

Con el siguiente ejemplo veremos cómo puede construirse una V.

La actividad se llevó a cabo en un curso de didáctica de las Ciencias para futuros maestros y maestras. La pregunta clave era: ¿Por qué son diferentes el agua destilada, la del arroyo y el agua mineral?

Disponíamos de etiquetas de botellas de agua mineral (Fontvella) en las cuales se indicaba su composición; de agua mineral, agua destilada y agua de un arroyuelo bastante polucionado. Teníamos información sobre las diversas pruebas clásicas con reactivos para reconocer: la presencia de cloruros (al añadir nitrato de plata se produce un precipitado de color blanco); de sulfatos (si hay sulfatos, se produce un precipitado de color blanco al añadir cloruro de bario) y de carbonatos (por la efervescencia que se produce cuando se añade ácido clorhídrico al residuo de calentar el agua mineral a sequedad). Los alumnos y alumnas sabían también que el agua se utiliza para lavar y que el agua destilada hierve a 100 °C.

Se dedicaron tres sesiones de laboratorio de dos horas para que los alumnos y las alumnas recogieran datos experimentales sobre: la composición de los tres tipos de agua; la comparación sobre la manera de hervir de las diferentes aguas; y la construcción de una depuradora para tratar con ella el agua del arroyo.

Las sesiones se realizaron sin dificultad según los guiones que se habían facilitado, pero comprobamos que los alumnos tenían dificultad para integrar los datos obtenidos en un esquema coherente.

La construcción de la V ayudó a ordenar y a estructurar los conceptos, facilitando la recuperación de esquemas teóricos que los alumnos habían olvidado o que no eran capaces de activar.

Seguidamente veremos cómo construimos la V.

Empezamos ordenando los resultados experimentales de que disponemos. Inmediatamente empezaron a surgir dudas: ¿qué son los cloruros, los sulfatos y los bicarbonatos, el sodio, el calcio y el magnesio que aparecen en las etiquetas?, ¿por qué en la etiqueta no aparecen los carbonatos?, ¿por qué las etiquetas se refieren a un "residuo seco" que pesa menos que el "contenido total"?, ¿qué son los precipitados que se forman al añadir los reactivos?, ¿por qué se mantiene constante la temperatura de ebullición del agua destilada pero no la de las otras aguas?, ¿por qué cambia la temperatura de ebullición con la presión?, ¿cómo puede estar disuelto el carbonato de calcio en agua, si es insoluble?, ¿por qué el agua de Barcelona hace menos espuma con el jabón que la de Madrid?

Era necesario reconstruir los conceptos necesarios para dar sentido a estos resultados experimentales (puesto que se suponía que ya los conocían). Para ello resumimos los datos escribiendo frases como las que se ofrecen de ejemplo. (Las frases entre paréntesis son más elaboradas pero también surgieron al construir la V).

El agua destilada, la del grifo y el agua mineral poseen algo en común: todas tienen agua. El agua destilada es agua pura. La diferencia entre el agua destilada, la del grifo y el agua mineral es que la primera es la única que no deja residuo al evaporarla a sequedad (es la única que no lleva nada disuelto).

Cuando un líquido está hirviendo está pasando al estado gaseoso (se está produciendo un cambio de estado de agregación).

(Los cambios de estado de agregación se producen según determinadas leyes, que se explican mediante la teoría cinético-molecular para la materia).

A partir de este primer conjunto de afirmaciones podemos escribir ya una lista de conceptos; los que aparecen en cursiva han sido sugeridos a partir de la reflexión, puesto que inicialmente no se habían utilizado: agua pura, *disoluciones acuosas* (son el agua mineral y el agua del grifo), *soluto*, *disolvente*, evaporación del agua, *leyes del cambio de estado*.

Continuamos escribiendo guiados ahora por los dos conceptos más abstractos que "agua" que han aparecido: "disoluciones" y "cambio de estado de agregación".

La temperatura de ebullición cambia con la presión externa, tanto en las disoluciones acuosas como en el agua destilada. Cuando las disoluciones hierven no se mantiene constante la temperatura ni la composición, porque al evaporarse el agua la disolución es cada vez más concentrada, hasta que empieza a separarse el soluto. Finalmente se ha evaporado toda el agua y han quedado sólo los solutos. (La temperatura de ebullición depende de la presión externa y de la composición del líquido que hierve. Sólo si esta composición se mantiene constante, cuando la sustancia es pura o la disolución es saturada, la temperatura se mantiene constante durante la ebullición)

Reflexionemos de nuevo.

Leyendo las etiquetas sobre la composición del agua mineral y revisando los análisis realizados, podemos dar significado a "soluto", ahora que ya ha aparecido este concepto de manera explícita. Por lo que sabemos, los solutos son sustancias químicas y éstas no pueden ser "cloruros, carbonatos o sulfatos" sino que han de ser, por ejemplo, cloruro de sodio, cloruro de potasio... Todas ellas son "sales" Por las etiquetas nos resulta difícil saber cuáles son exactamente estas sales. Continuamos escribiendo con la ayuda de dos nuevos conceptos generales: *sales* y *substancias*.

El agua es una sustancia química. (Las disoluciones son mezclas homogéneas de agua y solutos). (Las sales están formadas por iones. Los iones son átomos o grupos de átomos con carga eléctrica. Por eso, las soluciones acuosas de sales son conductoras de la corriente eléctrica). En el agua mineral y en el agua del grifo tenemos los iones cloruro y sulfato; por la información de la etiqueta suponemos que tenemos también los iones sodio, calcio y magnesio.

Todas las sales disueltas son solubles. No podemos tener carbonato de calcio, porque es insoluble. No pesan lo mismo el conjunto de iones en la solución y el residuo seco. (Al calentar a sequedad se han descompuesto los hidrogenocarbonatos y se ha formado un gas, CO<sub>2</sub>, que se ha desprendido). El agua dura es la que tiene una concentración elevada de iones calcio y magnesio. Los iones calcio y magnesio reaccionan con el jabón y por eso el agua dura produce menos espuma

Han ido apareciendo nuevos conceptos para explicar los datos experimentales y se ha ido consolidando el marco teórico referente a la constitución de los materiales. Pero nos queda aún un aspecto por estudiar: ¿podemos beber el agua del arroyo . que ha aparecido transparente y clara después de circular por la depuradora construida en el laboratorio? Continuamos escribiendo frases:

El agua depurada no siempre es potable. Algunos solutos pueden ser nocivos para la salud (determinadas sales de metales pesados, por ejemplo). En el agua viven microorganismos que pueden transmitir enfermedades.

Se han activado ahora otros concepto clave: *salud y agua como medio de vida* que, a su vez, están conectados con muchos otros, relativos a la intervención y control humanos sobre el medio ambiente.

El marco conceptual que ha ido apareciendo nos permitirá "transformar los datos" para avanzar hacia la conclusión. Podemos elaborar un mapa conceptual (Véase Cuadro 2), que colocaremos a la izquierda de la V, para consolidar, representándolas, la relaciones entre los conceptos clave aparecidos. Y, a la derecha de la V, idearemos una tabla que reúna las características de las tres aguas en estudio (Véase Cuadro 3).

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL011201.gif> - Cuadro 2

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL01121U.gif> - Cuadro 3

La conclusión debería ser algo así:

La diferencias entre las tres aguas son debidas a que sólo el agua destilada es una sustancia pura, de temperatura de ebullición definida a una presión dada; las otras dos contienen sales disueltas (cloruros, sulfatos e hidrogenocarbonatos de sodio, potasio, calcio y magnesio) por lo que son conductoras, hierven a temperatura más elevada que el agua pura y la temperatura aumenta ligeramente mientras están hirviendo. El agua mineral es potable, mientras que no podemos asegurar lo mismo del agua del arroyo que hemos depurado. La importancia del agua para la vida nos obliga a cuidarla (Véase Cuadro 4).

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL01121U.gif> - Cuadro 4

## Diferentes usos de la V

Ya hemos indicado anteriormente que la manera de formular la pregunta dotará de diversos significados a la V, puesto que impulsa diferentes procesos de razonamiento. Pero, además de esto, la V puede utilizarse:

- a. En el marco de las actividades del aula.
- b. Según corresponda a las fases del ciclo de aprendizaje.

Vamos a ver brevemente algunos de los diferentes usos de la V.

### Según las actividades de aula

*Experimentación (en el laboratorio) y trabajo de campo*

La experimentación y el trabajo de campo permiten dar contenido factual a las Ciencias y por ello son absolutamente imprescindibles. Lo que se ha dicho hasta ahora es suficiente para demostrar la importancia de la V ayudando a los estudiantes a pensar sobre los fenómenos del mundo (Márquez y Solsona, 1993).

#### *Resolución de problemas*

Los problemas deben considerarse como "experimentos mentales donde se resuelve una situación experimental problemática. La V, en este caso, puede ayudar a hacer más explícito el fenómeno al cual se refiere el enunciado y el marco teórico en el que se ha formulado la pregunta. La conclusión será la solución del problema.

#### *Lectura de textos*

El texto, para muchos alumnos y alumnas, es un conjunto de palabras y frases que reconocen, puesto que está escrito en su lengua y saben leer, pero muy a menudo no comprenden el contenido, puesto que no hacen las inferencias teóricas necesarias para ello. En la V, en este caso, escribimos el texto a la derecha, puesto que en él se encuentran los datos que debemos interpretar, y las inferencias teóricas a la izquierda. La conclusión es el texto interpretado, es decir, con las inferencias teóricas intercaladas (Véase Cuadro 5).

<http://www.grao.com/imgart/images/AL/AL01122U.gif> - Cuadro 5

#### *Resúmenes*

La V puede funcionar también como resumen de una de estas actividades realizadas en el aula. En este caso puede ser una V Única, realizada gracias a la participación de todo un grupo de alumnos y alumnas y, ahora sí, debe ser correcta desde un punto de vista científico (contando siempre, por supuesto con la adecuación al nivel de enseñanza de que se trate).

#### *Análisis de una vivencia escolar (o social)*

En la escuela se producen acontecimientos que implican a todo el colectivo (una o varias clases, o incluso a toda la escuela). Puede ser conveniente utilizar la V para analizar estos acontecimientos. Vamos a suponer que se produce un acto de indisciplina colectivo, lo cual podría hacer necesario un castigo, un cambio de conducta, una reparación de algún tipo... En este caso, las actuaciones inadecuadas estarían en el lugar de los datos (a la derecha) y las normas de la escuela o la reglas éticas en general, estarían a la izquierda. La conclusión debería combinarlas a ambas para llegar a justificar lo que tendría que hacerse como consecuencia (un castigo merecido, arreglar el desperfecto, un compromiso para el futuro...)

### **Según la fase del ciclo de aprendizaje**

En la actualidad parece aceptado que la organización correcta de los contenidos a enseñar es la que corresponde al ciclo de aprendizaje, con sus tres fases de exploración, *invención* (y estructuración del conocimiento) y aplicación (Sanmartí, 1993). Todas las actividades a las que me he referido en la página 5. deben configurarse de manera diferente según la fase del ciclo de aprendizaje en la que se realicen. Esta diferencia se reflejará también en la V.

Si se trata de una actividad en la *fase de exploración*, la pregunta será abierta, pero propuesta por el profesorado (así como el fenómeno con el que se trabaja) y el razonamiento que se espera del alumnado de tipo hipotético-deductivo e inductivo. La V deberá llenarse de abajo a arriba, y la conclusión será de tipo condicional, tentativa.

En la *fase de invención*, la V será explicativa, y deberá requerirse del alumnado un razonamiento deductivo, relacionando conceptos para "inventar" otros nuevos que permitirán explicar lo que está pasando. Ahora la V se llenará en primer lugar por la izquierda, dando especial importancia al esquema conceptual o modelo teórico (se supone que, al hacerlo, los alumnos y las alumnas están pensando simultáneamente en la exploración empírica que realizaron). La conclusión será una explicación del fenómeno, o una constatación del "invento conceptual que acaban de hacer. Por ejemplo, si la pregunta clave fuera "¿Por qué se mantiene constante la temperatura del agua pura durante la ebullición?" y el concepto a inventar es el "calor latente", la conclusión en la V podría ser: "La temperatura de ebullición del agua pura se mantiene constante porque la presión de vapor del agua es igual a la atmosférica y no puede aumentar más, si el recipiente está abierto. Por eso la temperatura ya no continúa aumentando y toda la energía calorífica se utiliza ahora en romper los enlaces que mantienen unidas a las moléculas en el agua líquida. La energía calorífica que no aumenta la temperatura del agua es el calor latente".

En la *fase de aplicación*, la V puede ser demostrativa o deductiva. Ahora tanto el fenómeno como la pregunta pueden ser sugeridos por el alumnado. La parte izquierda de la V se supone ya elaborada, puesto que en ella se encontrarán los conceptos, leyes y teorías que se acaban de estudiar. La experimentación, en cambio, es inédita como lo es la conclusión.

También la evaluación puede considerarse un caso especial de aplicación de los conocimientos. En este caso el profesorado va a proponer el fenómeno y la pregunta, y el alumnado deberá elaborar la conclusión a partir del diseño del experimento (que puede ser mental) y de la activación del marco conceptual que le dé sentido; a partir de ambos, deberá redactar correctamente la conclusión.

## Resumen final

En este artículo he intentado mostrar los usos de la *V de Gowin* en el aula, aunque soy consciente de que quizás lo he conseguido sólo a medias.

La *V* es un instrumento para ayudar a pensar sobre los fenómenos en el mundo, sobre el propio aprendizaje, sobre la estructura del conocimiento. Debido a este planteamiento tan ambicioso, me ha resultado difícil concretar en algunos ejemplos la diversidad de situaciones en las que puede utilizarse, y la diversidad de maneras de hacerlo.

Creo que para usar correctamente la *V* debemos hacer previamente un planteamiento correcto, globalmente, del conjunto de la actividad docente que debe conducir al alumnado hacia la autoregulación de sus procesos de aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1993). Para lo que considero imprescindible el trabajo en grupo del profesorado de Ciencias, puesto que no sólo es difícil planificar correctamente la intervención docente según el estilo "constructivista", sino que también lo es interpretar las explicaciones del alumnado.

Finalmente, desearía alertar sobre el uso excesivamente reiterativo o estereotipado de la *V*. Como en todo, el exceso puede ser contraproducente. Lo mejor es conseguir que los propios alumnos/as la utilicen espontáneamente cuando quieran explicar algo de manera clara. Al hacerlo así olvidan las "reglas de construcción (de uso)" de la *V* y la utilizan como lenguaje para representar su pensamiento.

## Bibliografía

IZQUIERDO, M. Què són les Ciències? En: Geli, AM.; Tarradellas, R.M., editors. Reflexions sobre l'ensenyament de les Ciències naturals. Vic. EUMO, 1992.

IZQUIERDO, M. El llenguatge científic a la secundària. Guix (Barcelona) 1993, 183, p. 23.

JORBA, J.; SANMARTÍ, N: La función pedagógica de la evaluación. Aula (Barcelona) 1993, 20.

NOVAK, J.; GOWIN, B. Aprendiendo a aprender (1984) Madrid: Martínez Roca, 1989.

MÁRQUEZ, C.; SOLSONA, N. La *V* heurística. Guix (Barcelona) 1993, 185, p. 35

SANMARTÍ, N. La secuenciación de los contenidos de Ciencias en la Enseñanza Secundaria: entre la teoría y la práctica. En: Aspectos didácticos de las Ciencias Naturales. ICE, Universidad de Zaragoza, 1993.

## Dirección de contacto

Mercè Izquierdo Aymerich  
Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències  
Universitat Autònoma de Barcelona