

# APRENDER A INDAGAR Y MODELIZAR CON EL DIAGRAMA UVE DE GOWIN EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS DE SECUNDARIA

Edith Herrera San Martín  
*Universidad del Bio Bio-Chile*

Mercè Izquierdo Aymerich  
*Universidad Autònoma de Barcelona . UAB*

**RESUMEN:** La investigación se enmarca en el enfoque didáctico de la Actividad Científica Escolar para cambiar las clases tradicionales de ciencias en Chile. Se propone promover el uso del diagrama V Gowin (DV) como andamiaje en la indagación y modelización científica en la formación inicial del profesorado de ciencias (PFI) de Educación Secundaria. Se trata de un estudio de caso múltiple con cinco futuros profesores cuya finalidad es la de identificar y caracterizar los obstáculos y oportunidades del PFI al reflexionar sobre el pensar, hacer y comunicar con el uso del DV. El análisis se hizo basado en el contenido del discurso mediante el uso de redes semánticas. Los resultados dan cuenta de un proceso de construcción personal al cuestionar su competencia científica. Las implicancias están dadas por uso potencial del PFI al enseñar con DV en su práctica docente.

**PALABRAS CLAVE:** indagación, modelización, diagrama Uve de Gowin, Actividad Científica Escolar, formación profesores.

**OBJETIVOS:** La finalidad de la investigación se centra en identificar y caracterizar los obstáculos y oportunidades del PFI al reflexionar sobre su desempeño con el uso del diagrama V de Gowin (DV) en el pensar, hacer y comunicar al resolver problemas.

## MARCO TEÓRICO

La investigación se realizó en formación inicial de profesores de ciencias de secundaria y responde a la necesidad de aprender nuevas formas de enseñar que involucren a los PFI en la creación y estructuración de nuevas oportunidades de aprendizaje en su práctica docente.

En razón de lo anterior, nuestro estudio propone un cambio didáctico en la formación inicial de profesores de ciencias y su seguimiento posterior en las escuelas de práctica, en el marco de una enseñanza basada en la Actividad Científica Escolar (ACE) en la cual se indaga y se modeliza (Izquierdo et al., 1999 y Caamaño, 2011). Este enfoque se caracteriza por integrar la modelización al inicio de la clase, seleccionando un fenómeno o hecho que resulte interesante sobre una idea clave (Osborne

y Dillon, 2008) de este modo los estudiantes tienen libertad de explorar y explicitar las ideas previas acerca de la problemática, para llegar a la pregunta de indagación, la más apropiada para proponer una estrategia de resolución (Izquierdo, 1995).

Para el futuro profesor la modelización se reconoce como un proceso central en la construcción de significados al reflexionar explícitamente en la comprensión alcanzada entre mundo del conocimiento que ha de enseñar y el mundo de fenómenos que ha de proponer a sus alumnos antes de realizar su clase en la escuela. Desde esta perspectiva en la indagación centrada en modelizar (Windschitl et al, 2008) usando el DV como estrategia de andamiaje otorga un importante rol al maestro en la elección del tema a estudiar y su esfuerzo por compartirlo de forma relevante con los estudiantes; orientarlos a organizar lo que saben y quieren saber; generar hipótesis (incluyendo hipótesis que compiten entre ellas); buscar pruebas (incluyendo pruebas secundarias, experimentos, modelos mentales) y construir unos argumentos (incluyendo contrargumentos) para comunicarlos.

Las investigaciones sobre el uso del DV en la didáctica de las ciencias han demostrado su potencialidad en la construcción de conocimiento con significado (Moreira, 2006), como estrategia cognitiva para desarrollar la competencias científicas (Chamizo & Izquierdo, 2007), como estrategia de modelización (López, Veit & Solano, 2014). Para Izquierdo (1994) el DV se convierte en un recurso para ayudar al estudiante a reflexionar mientras lo está construyendo en un lenguaje científico propio del aula de ciencias que conduce a los estudiantes hacia la interpretación de lo que están haciendo. Por ello los DV pueden no ser correctos 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 interpretación “pactada” (la explicación) de los fenómenos estudiados en clase. Es importante que esta interpretación incluya los valores y los juicios de valor que fundamentan el aprendizaje de las ciencias.

La propuesta de cambio en formación inicial se realizó con la adaptación del diagrama V al modo de preguntas para clarificar su comprensión a los estudiantes (ver figura 1). Según sus autores (Novak y Gowin, 1988: 81), es un instrumento que puede tomar la configuración que resulte más útil. Por lo cual, algunos de los ajustes que hemos considerado incluyen: contar con buenas preguntas investigables (Izquierdo et al, 1995), hacer explícitas las ideas previas del hecho o problema, las cuales difieren de modelos y teorías científicas (Gilbert, 1982), (Osborne, Bell y Gilbert, 1983), identificar las variables para formular las hipótesis (De Pro Bueno, 1995), vincular las ideas a los modelos teóricos y comunicar conclusiones con argumentos científicos (Sanmartí, Izquierdo y García, 1999).

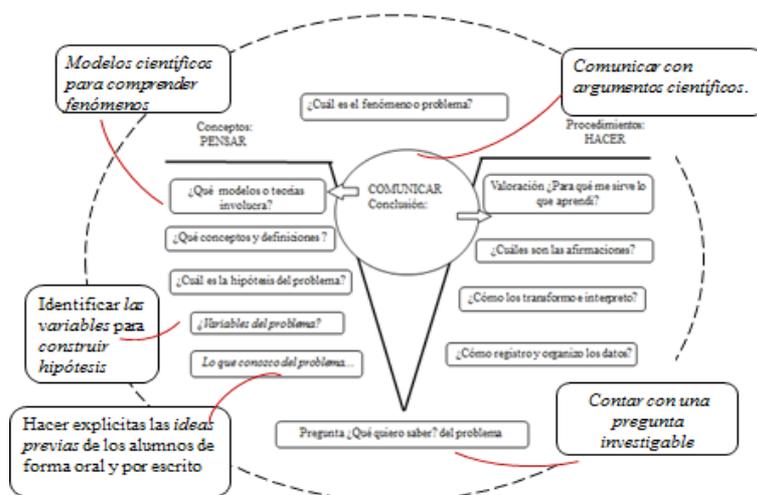


Fig.1. Diagrama V adaptado a Ciencia Escolar. (Herrera, 2016)

## METODOLOGÍA

Esta investigación descriptiva corresponde a un estudio de caso múltiple (Stake, 1998). Se realizó con cinco profesores iniciales, todas mujeres, que cursan su cuarto año de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales, UBB-Chile. La primera autora de esta comunicación actuó como profesora universitaria (PU) de estos estudiantes en la asignatura Taller de Didáctica y Evaluación. La selección de la muestra se hizo a conveniencia teniendo en cuenta que solamente los profesores guías de las escuelas de estas estudiantes, aceptaron participar en la investigación.

La programación del cambio formativo se realizó en ocho sesiones de clases de cuatro horas de duración (Tabla 1). En los últimos veinte minutos de la clase cada estudiante construyó su reflexión en sus obstáculos y oportunidades en su diario digital.

Tabla 1.  
Programación de las sesiones en el Taller de Didáctica y Evaluación.

EJES APRENDIZAJE	SESIÓN	PROGRAMACIÓN SEGÚN ACTIVIDAD APRENDIZAJE
Inducción	1	¿Cómo construir buenas preguntas investigación?
	2	El sobre de los misterios ¿cómo preguntar para investigar?
Aplicación	3	<i>Problema 1:</i> Quién mueve a quien ¿Jabón, pimienta, agua?
	4	Análisis de un texto con diagrama V: La neurona Ramona
	5	<i>Problema 2:</i> ¿Cómo Puedes ayudar a Teresa?
Creación y reconstrucción	6	<i>Problema 3:</i> Los parches de nicotina.
	7	Creación de diseño de aula por indagación en la temática de la U.D
	8	Reconstrucción del diseño didáctico de aula en su práctica pedagógica.

*Sesiones de inducción* (1 y 2). Los PFI trabajaron en grupos colaborativos con la actividad “ el sobre de los misterios” para identificar los componentes didácticos del DV. Cada grupo ideó con los materiales encontrados en su interior un fenómeno a indagar, discutiendo y registrando preguntas investigables , insistiendo en la importancia de hacer las observaciones y preguntas abiertas con ojos científicos ¿qué crees vas a estudiar?¿cómo lo podrías hacer? ¿qué factores tendrías en cuenta?¿qué crees va a cambiar ¿ qué crees se mantendrá?¿ cómo podrías probar tus explicaciones?,orientando a establecer relaciones entre las evidencias (lo real) y las ideas construidas (su modelo) que lleven a los futuros profesores a predecir y explicar con información científica en la actividad de aprendizaje creada por el grupo.

*Sesiones de aplicación* (3,4 y 5). Cada caso desarrolló tres problemas propuestos según la programación de las sesiones de clases , los cuales implicaban el manejo de saberes conceptuales que asumimos como conocidos, luego de cuatro años de su formación universitaria.El *fenómeno 1* fue de indagación abierta, al observar lo que ocurría al introducir una barra de jabón en el agua, cuya superficie estaba cubierta de pimienta en polvo. La actividad se focalizó en *el pensar* del DV, para explorar e interpretar sus modelos conceptuales a través de dibujos o esquemas representativos. *El problema 2*, sirvió para que los PFI asumieran rol de investigador,al construir su propio diseño experimental con énfasis ahora en *el hacer del DV*. En *el problema 3*, el acercamiento se hizo a través de un relato, con el objetivo de comprender cómo construían las relaciones y explicaciones entre *el pensar y hacer para comunicar* una conclusión con argumentos científicos.

*Sesiones de creación del diseño didáctico y reconstrucción* (7 y 8). Después de la sexta sesión de esta asignatura, Los PFI en paralelo iniciaron su primera práctica pedagógica. En la escuela los PFI plantea-

ron a su profesor guía (PG) un cambio didáctico en el diseño de aula en la UD asignada y en tutoría con el (PU),( PG) se monitoreó su diseño , reconstrucción y aplicación en el aula .

Los instrumentos utilizados en la recopilación de datos incluyeron: los tres DV realizados por los 5 casos , el registro de la reflexiones en su diario digital y las 5 entrevistas semiestructuradas grabadas en audio y posteriormente transcritas.

## Análisis de datos

Los datos de los DV se evaluaron según rúbrica previamente validada de forma teórica por expertos y empírica por los PG en el uso con los alumnos de su curso. Los diarios de clase y de las transcripciones de las entrevistas fueron analizados usando el programa Atlasti.v.5.2 y aplicando los principios de la Grounded theory, en un proceso de codificación abierta revisada por dos investigadores para validar el proceso hasta llegar a las categorías de análisis que muestran la tabla 2 y 3.

## RESULTADOS

### Obstáculos al aprender indagar y modelizar con el diagrama V

Los obstáculos comunes a todos los casos analizados se detectaron en el *lado del pensar* del DV (Tabla 2) cuando los futuros profesores debieron relacionar los problemas planteados con sus ideas previas, sus causas probables, los conceptos y modelos científicos. Se detectaron limitaciones *al pensar* cómo construir la pregunta investigable, sólo los casos 3 y 4 reconocieron mejoras en su proceso de aprendizaje. Los casos 1,2,4 identificaron errores conceptuales y sus dificultades al organizar los conceptos involucrados en el problema. Los PFI plantearon sus dudas al momento de pensar como un científico. Los casos 1 y 5 coincidieron en su falta de coherencia cuando relacionaban la pregunta investigable, con las variables para después formular su hipótesis; los casos 2, 3, 4 en cambio, restringen sus obstáculos sólo a identificar las variables y formular hipótesis.

Tabla 2.  
Red semántica de Obstáculos al aprender a indagar y modelizar con el DV

OBSTÁCULOS	REFLEXIÓN DEL PFI	CASO1	CASO2	CASO3	CASO4	CASO5
Al Pensar	Construir preguntas investigables	X	X			X
	Organizar conceptos y teorías	X	X		X	
	Pensar en forma científica	X		X		
En Hacer	Coherencia entre pregunta, variables y formulación de hipótesis en el diseño a investigar	X				X
	Identificar variables y formular hipótesis		X	X	X	
Al Comunicar	Foco en contenidos y laboratorios “receta”		X	X	X	X
	Relacionar ideas, conceptos ,modelos científicos	X	X	X	X	X

Todos los PFI expresaron que están acostumbrados a memorizar los conceptos, y la formación científica en sus prácticas de laboratorios siguieron los pasos de una “receta”, por lo mismo, atribuyen al modelo tradicional, la causa del bajo desempeño al indagar y modelizar con DV al resolver los problemas propuestos.

## Oportunidades al aprender indagar y modelizar con el diagrama V

Las reflexiones de los futuros profesores sobre la utilidad de esta estrategia didáctica fueron categorizadas en una red semántica (Tabla3) .La mayor parte de PFI coinciden en señalar que trabajar de esta forma en sus clases despierta la curiosidad por la ciencia a sus futuros alumnos.

Tabla 3.  
Red semántica de Oportunidad al aprender a indagar y modelizar con el DV

OPORTUNIDAD	REFLEXIÓN DEL PFI	CASO1	CASO2	CASO3	CASO4	CASO5
<i>Al Pensar</i>	Explorar Ideas previas y procesos cognitivos	X	X		X	X
	Aprender cómo resolver problemas			X	X	
	Desarrollar la creatividad		X			X
En Hacer	Organizador para guiar aprendizajes alumnos		X		X	
	Desarrollar Habilidades Investigación Científica (HIC)	X		X		X
Al Comunicar	Despertar la curiosidad en la ciencia		X	X	X	X

Los PFI en el *pensar*, valoran positivamente la oportunidad de compartir la exploración de las ideas previas, porque permite discutir y clarificar lo que se conoce del problema .Para los casos 3 y 4 el DV ayudó a guiar cómo resolver el problema , sin embargo, para caso2 y 5 construirlo implicó desarrollar su creatividad, ya sea, al indagar o plantear su diseño de aula. En el *Hacer* el caso 2 y 4 señalan que DV les permite organizar el diseño de indagación. Para los casos1, 3 y 5 haber trabajado las actividades de esta forma contribuye a desarrollar las habilidades de investigación científica (HIC).

## Reflexión de los PFI obstáculos y oportunidades según componentes didácticos DV

La Figura 2 recoge diferentes reflexiones expresada por los PFI al aprender a indagar y modelizar con los componentes didácticos del DV en sus obstáculos (línea continua) y en sus oportunidades (línea en trazos).

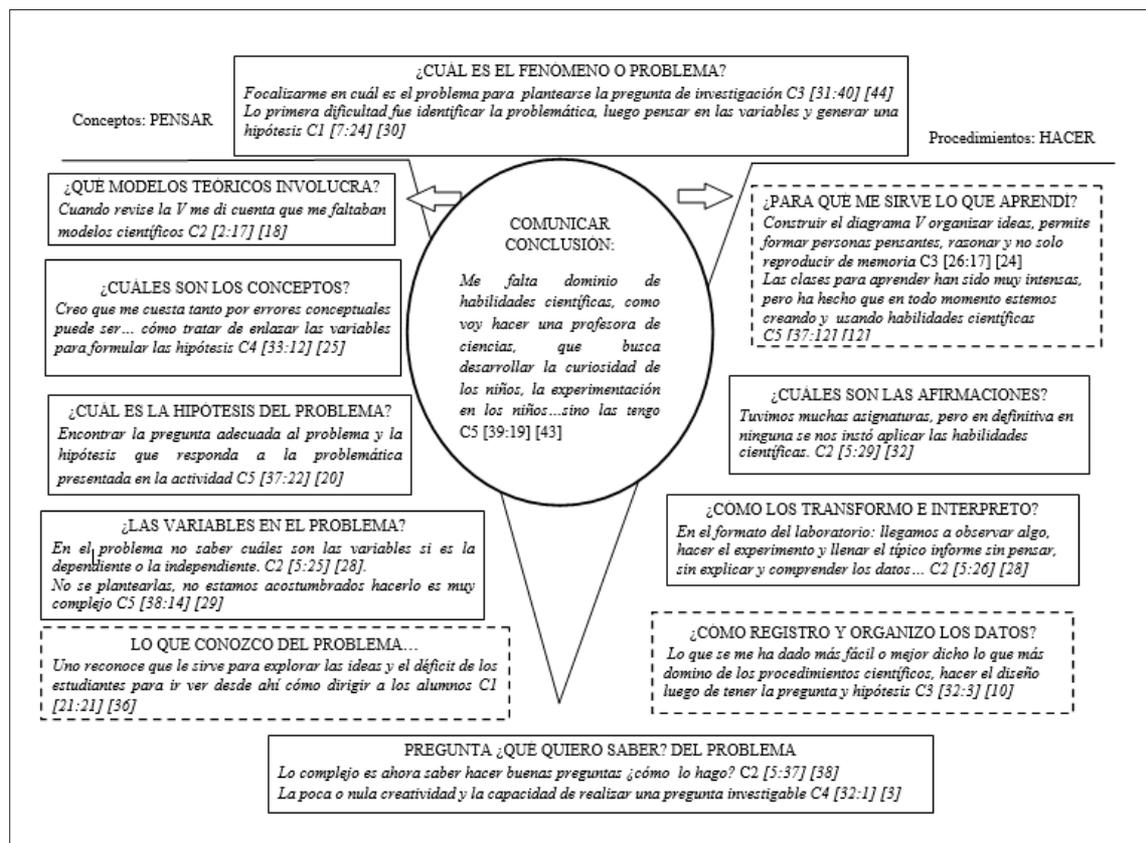


Fig. 2. Reflexiones expresadas por PFI según componentes didácticos del DV.

Los PFI evidencian distintos niveles de reflexión, el caso1 expresa más obstáculos que oportunidades con el uso del DV, mientras que los casos 2, 3, 4 y 5 identifican sus dificultades ,sin embargo, valoran en forma similar las oportunidades con la propuesta para cambiar el foco de la memorización conceptual al desarrollo de habilidades científicas (HIC).

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Experimentar con este cambio formativo llevó a los PFI a cuestionar su competencia científica en su futuro desempeño profesional, como señala el caso5 “¿cómo voy a hacer una profesora de ciencias, que busca desarrollar la curiosidad de los niños, la experimentación en los niños, si me faltan habilidades científicas?”. Así mismo, para el caso3 este aprendizaje fue complejo ,porque como señala “no estoy acostumbrada a pensar de esa forma, en un principio fue muy difícil para mí el identificar variables, hacer hipótesis, pero con práctica esta falencia se va mejorando”. Esto porque las actividades indagatorias requieren que los profesores posean una profunda y muy estructurada base de conocimientos de los contenidos a enseñar (Gess-Newsome, 1999).

La reflexión en sus obstáculos y oportunidades al cuestionar su desempeño al aprender esta estrategia didáctica en formación inicial, implicó al PFI abordar sus dificultades de forma explícita en una comunidad de aprendizaje. Sin esta participación, no solo resulta difícil que las lleve a cabo posteriormente en su desempeño profesional, sino que cabe una actitud de resistencia que se apoye en los problemas ya experimentados. Por tanto, la formación inicial de los futuros profesores de ciencias

requiere incorporar oportunidades de aprendizaje auténticas, que permitan reflexionar y cuestionar sus creencias o modelos de enseñanza.

Por lo anterior, lo que hemos caracterizado en nuestro diseño de aula basado en indagación y modelización con el diagrama V es que el profesor inicial ha de centrarse en el logro de las siguientes competencias:[a] identificar ideas claves de la ciencia en su U.D, ya delimitadas en el marco curricular, [b] pensar sobre el modelo teórico que las incluye,[c] buscar un buen problema o fenómeno que provoque el interés de los alumnos, [d] consensuar con ellos la pregunta a investigar,[e] diseñar un método para probarla y, finalmente, [f] indagar en las relaciones entre los conceptos y el modelo científico escolar para llegar a comunicar explicaciones basadas en argumentos.

## AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del Grup LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (referencia EDU2015-66643-C2-1-P). El Grup LIEC forma parte del grupo de investigación consolidado LICEC (referencia 2014SGR1492). El autor agradece el apoyo del Programa Becas doctorado extranjero CONICYT y a la Universidad del Bio Bio.

## REFERENCIAS

- IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N., & ESPINET, M. (1999). Fundamentación y Diseño de las Prácticas Escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59
- OSBORNE, R. J., BELL, B. F., & GILBERT, J. K. (1983). Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, 5 (1), 1-14.
- OSBORNE, J., & DILLON, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections* (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.
- NOVAK, J. & GOWIN, B (1988). Aprendiendo a aprender.: Ediciones Martínez Roca, S.A. Barcelona, España. 117-134
- SANMARTÍ, N., IZQUIERDO, M., & GARCÍA, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de pedagogía*, (281), 54-58
- WINDSCHITL, M., THOMPSON, J., & BRAATEN, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science education*, 92 (5), 941-967.

