

CRITERIOS E INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EN EL PROGRAMA CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA NIÑOS

Teresa González Ramírez¹

Sergio Correa Gutiérrez²

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo fundamental presentar los resultados de un proyecto de investigación diseñado para evaluar contenidos procedimentales dentro del Programa de Enseñanza Vivencial de las Ciencias en la Educación Primaria de Tamaulipas (México).

Concretamente, los procedimientos de evaluación diseñados se centraron sobre tareas de observación y registro, elaboración de representaciones gráficas y planificación de experimentos, contemplados en el Programa. Los resultados obtenidos permiten diferenciar en dos bloques los grupos escolares participantes en razón del número de unidades cursadas. Por un lado están los alumnos de las escuelas con más experiencia en el programa (con 7 u 8 unidades y con los puntajes altos, en términos relativos) y por el otro, los niños de las escuelas con 1 a 3 unidades cursadas y con los puntajes más bajos.

Palabras clave: *Evaluación del aprendizaje, contenidos procedimentales, enseñanza de las ciencias, alfabetización científica, educación primaria.*

ABSTRACT

Results of a research project designed to evaluate process contents in the Hands-On Science Program for Basic Education in Tamaulipas (Mexico) are reported.

1 Profesora Titular de Universidad. Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. C/ Camilo José Cela, s/n, 41005-Sevilla. E-mail: tgonzale@us.es.

2 Profesor Titular de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Unidad de Ciencias, Educación y Humanidades. Becario de Investigación en la Universidad de Sevilla. e-mail: scorrea@uat.edu.mx.

Evaluation procedures designed were focused on observation and note taking tasks, elaboration of graphic representations, and planning of experiments included in the Program. Results obtained indicate the differentiation in two groups of the schools participating in the program, depending on the number of units taken by children. On the one hand, we find children of schools with more hands-on units taken (7 or 8, showing higher scores, in relative terms), and, on the other, we find children of schools with only 1 to 3 units taken, showing lower scores than their counterparts.

Key words: *Learning evaluation; process contents; science education; scientific literacy; primary education.*

I. INTRODUCCIÓN

La educación para la ciudadanía constituye uno de los objetivos principales de la enseñanza básica pues con ella se persigue la formación de las nuevas generaciones para hacer frente a los graves problemas y nuevas realidades derivadas del proceso de globalización (contaminación ambiental, pérdida de la diversidad biológica y cultural, polarización de zonas de desarrollo, reconfiguración de fronteras, flujos migratorios, sociedades multi-culturales, etc.) (Gil y Jover, 2003; Martínez, s.f.; Naval, 2003; Vidal, 2003).

Asimismo, se entiende que esa ciudadanía se ejercitará en sociedades marcadas por un amplio desarrollo científico y tecnológico, por lo que la comprensión pública de la ciencia y la tecnología constituye una de las prioridades fundamentales de las políticas orientadas a la formación de los futuros ciudadanos (Acevedo, 2004; Aguilar, 2001; Goorden y Vandenabeele, 2003). Por ello, es común escuchar dentro de los discursos sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias los lemas de *ciencia para todas las personas, comprensión pública de la ciencia, cultura científica y tecnológica, y alfabetización científica y tecnológica*, para referirse a la necesidad de formación de los ciudadanos en el campo de la ciencia y la tecnología. Este tipo de alfabetización guarda una estrecha relación con el tradicional concepto de alfabetización que remite a saber leer y escribir. Es decir, la nueva alfabetización se conceptualiza como una herramienta básica, que en este caso permite al ciudadano saber leer (y por qué no, escribir) la realidad que en la actualidad está caracterizada por el desarrollo tecnocientífico (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Marco-Stiefel, 2001; Membiela, 2001).

La enseñanza de las ciencias —que incluye el diseño, construcción e implementación de estrategias didácticas orientadas a elevar su calidad— y la evaluación de los aprendizajes, han ido integrando las aportaciones realizadas por distintas perspectivas de estudio sobre la enseñanza científica (enseñanza por descubrimiento, el cambio conceptual, la resistencia al cambio, el proceso de investigación dirigida, el desarrollo de capacidades metacognitivas) (Campanario y Moya, 1999; Porlán, 1998; Reinders y Treagust, 1998). El paso desde el aprendizaje por descubrimiento al desarrollo de capacidades metacognitivas ha permitido el abordaje teórico y metodológico de los contenidos procedimentales y actitudinales, además de los conceptuales, que eran el objeto de interés de las primeras propuestas. El reconocimiento de estos tres tipos de contenidos ha permitido avanzar en la definición de la naturaleza de cada uno de ellos, como de las estrategias de enseñanza y de los procesos de evaluación asociados; sin

embargo, su triple categorización mantiene la multidimensionalidad del saber más que una separación e independencia entre ellos.

La consideración de los procedimientos como contenidos de aprendizaje implica que han de hacerse explícitos, en las propuestas curriculares, los criterios de selección, inclusión y jerarquización, la naturaleza y formas de ayuda específica para asegurar su adquisición, la definición de tipos y grados de aprendizaje y, la aplicación de criterios y procesos de evaluación necesarios (Valls, 1993).

Nuestro trabajo se centra en las dos últimas consideraciones: la definición de tipos y grados de aprendizaje y la aplicación de criterios e indicadores de evaluación. Tiene como objetivo fundamental la evaluación de los aprendizajes de procedimientos dentro del Programa de Enseñanza Vivencial de las Ciencias dirigido a niños de Educación Primaria en Tamaulipas, México.

2. LOS CONTENIDOS DE APRENDIZAJE EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La selección y priorización de todo contenido de aprendizaje incluido en el currículum de la educación primaria, implica el reconocimiento de que se está ante unos saberes que una sociedad en particular que los posee los considera apropiados para estimular y enriquecer determinadas capacidades cognoscitivas, afectivas, sociales, etc. (*ibidem*), necesarias para el buen ejercicio de la ciudadanía, y por eso se les incluye en las propuestas curriculares.

Actualmente, hay un reconocimiento de que estos contenidos de aprendizaje pueden dividirse en tres tipos: declarativos, procedimentales y valorativos. Aunque esta división no implica que puedan ser considerados independientes entre sí en el aprendizaje escolar. Una definición de los mismos la encontramos en Valls (1993: 28-29).

- Los contenidos [declarativos] referidos a hechos, conceptos y principios designan conjuntos de objetos, sucesos, símbolos, con características comunes, o definen relaciones entre conceptos. [...]
- Los contenidos procedimentales designan conjuntos de acciones, de formas de actuar en pos de metas. [...]
- Los contenidos de actitudes, valores y normas se refieren a un conjunto de tendencias a comportarse y enfrentarse de una determinada manera ante las personas, situaciones, acontecimientos, objetos y fenómenos.

Esta tipología de los contenidos queda recogida en la educación primaria mexicana, cuando se afirma que el Plan de Estudios elaborado por la Secretaría de Educación Pública³ (SEP, 1993) organiza la enseñanza y aprendizaje de contenidos básicos para que el niño desarrolle, entre otras cosas, las habilidades intelectuales que les permitan aprender permanentemente y con independencia; adquieran los conocimientos fundamentales para comprender los fenómenos naturales relacionados con la preservación de la salud, la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales; y

3 Equivalente al Ministerio de Educación y Ciencia en España.

se formen éticamente mediante el conocimiento de sus derechos y deberes y la práctica de valores en su vida personal, en sus relaciones con los demás y como integrantes de la comunidad nacional (SEP, 1993).

Las propuestas de alfabetización científica y tecnológica, también remiten a la triple clasificación de los contenidos de aprendizaje. En este sentido, Kemp (*op.cit* en Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003), propone tres dimensiones a tener en cuenta al analizar las distintos tipos de alfabetización en ciencia y tecnología, así como los contenidos para cada dimensión.

- *Conceptual*, en la que se precisan los conocimientos necesarios. En esta dimensión se incluye la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología y de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.
- *Procedimental*, en donde se apuntan los procedimientos, procesos y habilidades necesarias en la alfabetización tecnocientífica y el para qué de estas capacidades. Los rasgos más mencionados tienen que ver con la obtención, evaluación y comunicación de información científica, todo ello orientado hacia la aplicación de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana con propósitos sociales y cívicos.
- *Afectiva*, que incluye el conjunto de emociones, actitudes, valores y disposición ante este tipo de alfabetización. Por lo que lo destacable aquí es el aprecio e interés por la ciencia y la tecnología.

Como indicamos más arriba, en este trabajo nos centraremos en los contenidos procedimentales, concretamente, en aquellos que guardan una estrecha relación con el proceder científico como es la observación y registro, la elaboración de gráficas y el diseño de experimentos. Por ello, profundizaremos un poco más en la naturaleza de los contenidos procedimentales, sus elementos distintivos y los subtipos de contenidos que incluyen.

Los contenidos procedimentales remiten a los conocimientos del saber hacer (con y sobre los objetos, sean estos materiales o conceptuales). Coll y Valls (1992) los definen como una secuencia de acciones orientadas a la consecución de una meta. Esta definición amplia incluye a los procedimientos, técnicas, destrezas y estrategias, que forman un continuo de generalidad y complejidad (Pozo y Gómez, 1998; MEC, 1989; Valls, 1993). En definitiva, se trata de mecanismos reguladores de las actividades orientadas hacia la obtención de resultados y que se desarrollan a partir de determinadas secuencias.

Por otro lado, no es posible considerar la actividad de otra manera que no sea referida a un sujeto y a unas tareas con las cuales se confronta. Así, la actuación procedimental será siempre el resultado de la interacción entre el sujeto (como sistema cognitivo que planifica, anticipa, concibe e intenta la actividad) y la tarea (Valls, 1993). Esta última tiene como componentes básicos el objetivo de la tarea y las condiciones de obtención de ese objetivo. El primero indica aquello que es preciso hacer; mientras que las segundas se refieren al cómo y cuándo de la realización y aparecen como obstáculos a salvar o de ayudas a disfrutar (*ibidem*). La interacción del sujeto con la tarea dará como resultado una representación de la misma (del objetivo, de las condiciones de obtención y del encañamiento operacional) que servirá como punto de soporte para entender, organizar y solucionar la tarea. Esta representación está mediada por el conocimiento del sujeto

respecto al dominio o ámbito de la tarea, que según Hoc —en Valls (1993)— remite al conjunto estructurado de *objetos* de conocimiento, de *descriptores* de propiedades de esos objetos y de *operaciones* sobre esos objetos. Por ejemplo, en las tareas llamadas experimentales, se incluyen *objetos* tales como variables, muestras, instrumentos, diseños, estadísticos, etc., *descriptores* que permiten identificar tipos de variables, la clasificación de instrumentos, los usos correctos de estadísticos, etc.; además de las *operaciones* factibles de realizar con esos objetos: seleccionar una muestra, analizar los datos, diseñar un experimento, etc.

Al realizar una tarea, el sujeto pone en juego su sistema de representaciones y tratamientos (producto de su interiorización del dominio de la tarea). Las representaciones se refieren a aquello que el sujeto sabe respecto a los conceptos, sus propiedades y relaciones, y los tratamientos se refieren al conocimiento del sujeto respecto a las operaciones, a las reglas de funcionamiento y utilización de esos conceptos, propiedades y relaciones.

Sin embargo, una cosa es poseer una descripción de cómo debe realizarse algo (conocimientos de prescripciones, reglas, principios o instrucciones de cómo actuar), y otra es su realización concreta: uno puede conocer la regla, la norma, y fallar en su aplicación concreta. Por ello, «...con el aprendizaje de procedimientos, de lo que se trata es tanto de *conocer* las formas de actuar, como de *usar* este conocimiento, así como de *usarlas para conocer más cosas*.» (Valls, 1993: 75). Es decir, el aprendizaje de procedimientos incluye:

- Conocer, memorizar, recordar la información respecto a cómo se hace algo, significa aprender enunciados de fórmulas, de las reglas de actuación, de las instrucciones, etc.
- Aprender a usar convenientemente estos conocimientos en una situación particular, fijándose en el grado de eficacia y aprovechamiento de esa actuación.
- Procurar que las maneras de hacer aprendidas sirvan para conocer nuevas cosas (*ibidem*).

Sin embargo, la selección, inclusión y priorización de unos determinados contenidos procedimentales y no otros, escapa a lo hasta aquí expuesto. Para apoyar en estas tareas, diversos autores han clasificado este tipo de contenidos atendiendo a diversos criterios, originándose distintas tipologías como las que se muestran a continuación:

A pesar de las divergencias en las definiciones y clasificaciones de los contenidos procedimentales, se pueden establecer dos grandes grupos:

a) uno, basado en la función que desempeñan los procedimientos en el proceso de aprendizaje (obtención de información, análisis, interpretación, organización conceptual y comunicación), y

b) otro, en relación a los procedimientos científicos y la resolución de problemas (emisión de hipótesis, el diseño de experiencias, el análisis e interpretación de resultados, la elaboración de conclusiones) (Martínez y García, 2003).

En este trabajo nos centraremos en el segundo grupo de procedimientos y que quedan incluidos en las habilidades de investigación propuestas por De Pro Bueno (1998): Identificación de problemas, predicción e hipótesis, relaciones ente variables, diseños experimentales, observación, medición, clasificación y seriación, técnicas de investiga-

TABLA 1
CLASIFICACIÓN DE CONTENIDOS PROCEDIMENTALES (ELABORADA A PARTIR
DE PRO BUENO, 1998)

Kirschener, Mester, Middelbeek y Hermans (1993).	Lawson (1994)	Lock (1992)
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas • Uso de destrezas • Diseño de experiencias • Realización • Interpretación de datos • Descripción de la experiencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la naturaleza de un objeto • Planteamiento de cuestiones • Emisión de hipótesis • Predicciones • Recogida y análisis de datos • Conclusiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Manipulación • Interpretación • Planificación • Comunicación • Confianza en sí
AAAS (1970)	Tamir y García (1992)	De Pro Bueno (1998)
<ul style="list-style-type: none"> • Procesos básicos • Procesos integrados 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación • Realización • Análisis • Aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de investigación • Destrezas manuales • Comunicación

ción, transformación e interpretación de datos. Éstos guardan estrecha relación con las habilidades del pensamiento científico que se promueven en el Programa de Enseñanza Vivencial de las Ciencias en la Educación Primaria de Tamaulipas (PEVC) (COTACyT, 2001) y con las destrezas científicas incluidas en el Plan y Programas de Estudio de la SEP (1993), que regulan la educación primaria mexicana.

3. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

A partir del curso 2000-2001, en la Educación Primaria de Tamaulipas, se puso en marcha un programa piloto de enseñanza de las ciencias denominado Ciencia y Tecnología para Niños (CTN). Esta experiencia fue en aumento, lo que originó, en el curso 2003-2004, un proyecto de investigación e innovación que posibilitó la expansión de la población beneficiaria e incorporó como objetivo fundamental la evaluación del impacto del programa en las escuelas primarias.

El programa PVEC, se basa en la adaptación de doce unidades didácticas de *Science and Technology for Children (STC)*. Las unidades Ciencia y Tecnología para Niños (CTN) —en la adaptación para México de *STC*— persiguen tanto el aprendizaje de conceptos, como de habilidades del pensamiento y actitudes científicas, a través del ciclo de aprendizaje *Enfocar – Explorar – Reflexionar – Aplicar*. Este ciclo se deriva de los resul-

tados de investigaciones acerca del aprendizaje de los niños, los cuales indican que el conocimiento es construido activamente por cada aprendiz y que el niño aprende mejor la ciencia en un ambiente experimental de manipulación donde ellos pueden hacer sus descubrimientos (NCRC, s.f.).

Las unidades didácticas CTN persiguen, ante todo, el desarrollo de habilidades del pensamiento científico que aparecen en la siguiente tabla:

TABLA 2
*HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN LAS UNIDADES
DEL PROGRAMA CTN*

Habilidades del pensamiento científico	Cursos de la Educación Primaria					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Observar, medir e identificar propiedades	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Buscar evidencia. Reconocer patrones y ciclos		✓	✓	✓	✓	✓
Identificar causas y efectos. Ampliar los sentidos				✓	✓	✓
Diseño y conducción de experimentos controlados						✓

Contexto de la investigación

Este trabajo forma parte de ese proceso de evaluación y se dirige a valorar los niveles de aprendizajes de ciencias considerados como básicos e indispensables en la formación científica de los niños de educación primaria. El trabajo empírico de esta evaluación se dirigió a los grupos del último grado escolar de primaria participantes en el programa (PVEC), donde se encuentran los niños con mayor experiencia en esta propuesta y, al mismo tiempo, con mayor diferenciación en cuanto al número de unidades cursadas del mencionado programa.

La expansión de la población beneficiaria del programa PVEC durante los últimos cuatro cursos ha originado una variedad de situaciones de participación. Para el curso 2003-2004 encontramos escuelas que apenas se inician en el programa, y otras que han estado participando desde la prueba piloto (curso 2000-2001). Esto provocó que tuviéramos grupos escolares con una aplicación, y otros con hasta ocho unidades CTN cursadas. Esta variedad se hace más evidente en los grupos de 6° año de las primarias de Cd. Victoria, lugar donde se inició la prueba piloto. Por esta razón, se optó por trabajar con niños del último grado de primaria de las escuelas ubicadas en esta localidad. Otra de las razones para elegir esta población es porque hasta ese grado escolar se contempla cubrir todas las habilidades del pensamiento científico incluidas en el programa PVEC.

Objetivos de investigación

Como forma de valorar el impacto del programa PVEC en las escuelas primarias de Tamaulipas, se buscó con este trabajo:

- Conocer los niveles de aprendizaje de los contenidos procedimentales trabajados en este programa.
- Diseñar un instrumento para la evaluación de los contenidos procedimentales del tema en cuestión, que incluya una definición clara de los niveles de aprendizaje, y de los criterios e indicadores de evaluación.

Metodología de investigación

Para dar respuesta a los objetivos anteriormente planteados se diseñó un estudio descriptivo, que permitiera cartografiar con el mayor detalle posible los niveles del aprendizaje de ciencias —de contenidos procedimentales— en función de la variedad de situaciones de aplicación de las unidades didácticas «Ciencia y Tecnología para Niños». Por lo que, más que la generalización de resultados, se buscó la descripción de los niveles de aprendizajes diferenciándolos en razón del número de unidades cursadas, sin tener control de otras condiciones que hicieran posible el contraste experimental entre los grupos seleccionados.

La selección de los sujetos se hizo bajo el criterio de cubrir la mayor diversidad posible respecto a la participación en el programa PVEC, y limitándose a los grupos escolares que terminaron el ciclo de primaria en el curso 2003-2004. Además, la programación de la recogida de datos se estableció para una única ocasión y al final del curso. Con todos estos criterios, la muestra resultante quedó conformada como se ilustra en la tabla siguiente:

TABLA 3
MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

No.	Escuela	Grupo	Curso de inicio en el programa	Unidades cursadas	Alumnos
1	Colegio La Salle	6-B	2000-2001	8	39
2	Club Rotario	6-A	2000-2001	7	31
3	Salvador Ibón Aguilar	6-A	2002-2003	3	30
4	Luis Torres Vázquez	6-A	2003-2004	1	30
Totales		4			130

Diseño de la prueba: Dimensiones y variables

Tras el análisis de los contenidos procedimentales incluidos tanto en el programa PEVC como en los Planes y Programas de Estudio de Educación Primaria de la SEP, se delimitaron —vía intersección de contenidos y de la importancia otorgada— tres grandes contenidos a evaluar:

- a) Observaci3n y registro de fen3menos,
- b) Habilidades de predicci3n de hechos o fen3menos, basadas en la elaboraci3n de gráficas.
- c) Experimentaci3n y control de variables.

Para recoger datos sobre estos tres aspectos se dise1n3 una prueba con tres tipos de actividades diferentes:

1. Realizaci3n de dibujos sobre objetos de observaci3n y la construcci3n de una tabla de caracteristicas o propiedades que permitieran el registro y comparaci3n entre los objetos (preguntas 1 y 2)⁴.
2. Graficaci3n de series de datos (pregunta 3), como tarea relacionada con la predicci3n de hechos o fen3menos.
3. Planificaci3n de un proceso de experimentaci3n, del cual es necesario identificar las variables dependiente, independiente y de control (preguntas del 4 al 9).

Para la evaluaci3n de la prueba se estableci3 una escala de puntuaci3n de 0 a 3, que dependi3 del nivel de precisi3n y concreci3n de las respuestas de los ni1os. Un ejemplo concreto de la determinaci3n de los niveles para la correcci3n de las respuestas aparece en la tabla siguiente:

TABLA 4
EJEMPLO DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS PARA LA CORRECCI3N DE LAS RESPUESTAS

2. Construye una tabla o cuadro que te permita resumir y comparar r3pidamente las distintas semillas...	
<i>2.1. Valoraci3n de la construcci3n de la tabla o cuadro para comparar caracteristicas.</i>	<i>2.2. N3mero de sentidos y caracteristicas utilizados en la descripci3n de las semillas.</i>
<i>Nivel 3.</i> Construye una tabla correctamente, por un lado los tipos de semillas, por el otro las caracteristicas (al menos 2) a comparar.	<i>Nivel 3.</i> Utiliza en la descripci3n al menos 2 sentidos y 3 propiedades o caracteristicas (en por lo menos 2 semillas).
<i>Nivel 2.</i> Construye un cuadro o tabla de dos columnas: una con los tipos de semillas y otra con la(s) caracteristica(s), pero sin diferenciar las propiedades.	<i>Nivel 2.</i> Utiliza en la descripci3n al menos 3 propiedades o dos sentidos (en por lo menos 2 semillas)
<i>Nivel 1.</i> Construye una tabla donde se utiliza una celda para la descripci3n de cada semilla.	<i>Nivel 1.</i> Utiliza en la descripci3n s3lo dos propiedades de las semillas (en por lo menos 2 semillas).
<i>Nivel 0.</i> S3lo enlista las caracteristicas de las semillas, sin construir una tabla para ello.	<i>Nivel 0.</i> Describe las semillas con base en una sola caracteristica.

4 Ver al final del artculo el instrumento dise1ado.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aunque la muestra inicial incluía 130 niños, solamente respondieron al cuestionario 119, distribuidos por escuela y unidades cursadas según se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 5
DISTRIBUCIÓN DE NIÑOS ENCUESTADOS

No.	Escuela	Unidades cursadas	Alumnos
1	Colegio La Salle	8	35
2	Club Rotario	7	24
3	Salvador Ibón Aguilar	3	30
4	Luis Torres Vázquez	1	30
Total			119

a) Resultados sobre tareas de observación y registro

Cómo primer análisis, podemos observar en la Gráfico 1 que los niveles de las respuestas son bajos para la mayoría de los ítems, pues se ubican por debajo del nivel 1, a excepción de las respuestas a los ítems 1, 2 y 4 (que tienen que ver con la representación gráfica de lo que observa, la comparación de características entre objetos de observación y con el planteamiento de una pregunta de investigación, respectivamente).⁵

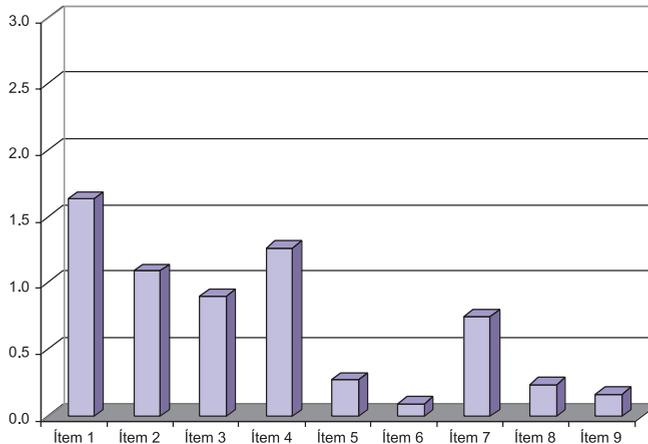


Gráfico 1
Medias por ítem de contenido procedimental

5 Consultar el instrumento utilizado, y que se anexa al final del artículo.

De forma más detallada, encontramos que los dos primeros ítems que remiten a las tareas de observación y registro tienen puntajes apenas por encima de 1 (considerado bajo en los niveles de puntuación de las respuestas). Los ítems valoran la representación gráfica de lo observado y la descripción-comparación de propiedades de cuatro variedades de semillas, objetos de observación en esta tarea.

Según los niveles establecidos para corregir los cuestionarios, podemos decir que la representación gráfica típica en el primer ítem representa al objeto de observación, aunque los niños no se preocupan de incluir detalles importantes de las semillas como tampoco de darle claridad a los trazos, aunque la mayoría incluye el nombre de la especie de la semilla como identificador del dibujo (las puntuaciones medias para los indicadores utilizados en este ítem fueron: claridad del dibujo, con 1.95, veracidad del dibujo, con 1.53; y detalle del dibujo, con 1.46).

Por otro lado, en el segundo ítem —que también evalúa las habilidades de observación y registro, aunque ahora se pasa de la descripción gráfica a la verbal— las puntuaciones medias para los dos criterios que se valoran de las respuestas (la elaboración de una tabla o cuadro comparativo y el número de características o propiedades observadas junto con el número de sentidos utilizados en ello) nos indican que los niños comparan las semillas en base a dos propiedades o menos (color y tamaño, principalmente) utilizando sólo el sentido de la vista para la comparación. Esto es importante destacarlo, ya que el programa PVEC establece de forma explícita la utilización de los sentidos de la vista, el tacto, el oído y el olfato para la observación y descripción de objetos; omitiéndose el sentido del gusto por cuestiones de seguridad.

b) Resultados sobre tareas de construcción de gráficas

En la segunda actividad se solicita al niño la elaboración de una gráfica a partir de unas series de datos propuestos. La elaboración de la gráfica requiere del niño la capacidad para decodificar la información proporcionada y para representarla en una gráfica teniendo en cuenta la importancia de utilizar una escala uniforme, localizar los valores dados en la gráfica de forma correcta, y añadir etiquetas para hacer clara la información que se representa. Estos tres últimos aspectos fueron los que se utilizaron como criterios de evaluación de la construcción de gráficas.

La puntuación media de las respuestas a la pregunta 3 alcanzó apenas el valor de 0.90, influida por la gran proporción de niños (58%) que representan sólo la información para un solo día (por lo que su puntuación es de cero). Además, los niños le dan menor relevancia a la utilización de una escala uniforme respecto a los otros dos indicadores, a pesar de que una escala de este tipo es necesaria para realizar una correcta comparación de los valores y una predicción sobre el ritmo o tendencia de crecimiento de forma visual. La proporción de niños que puntúa con cero en este criterio alcanza el 43% del total.

c) Resultados sobre el diseño de experimentos controlados

Por último, la tercera de las actividades se orienta a valorar la capacidad de los niños para diseñar experimentos controlados. Esta capacidad se dividió en varios contenidos

como el planteamiento de preguntas investigables, la identificación de variables dependientes e independientes, la importancia del control y la predicción viable de resultados, tomados en cuenta en la selección de las preguntas incluidas en el cuestionario.

Como se observa en el Gráfico 1, las medias de los ítems incluidos en esta tercera actividad son las de menor valor, a excepción de la pregunta 4 dirigida a revisar el planteamiento de preguntas investigables por parte de los niños. En esta pregunta, la media toma el valor de 1.27 (afectada por la proporción de respuestas de nivel 0: 32%). Aún así, la proporción de respuestas aceptables y altas suman 53%. La relativa facilidad de la pregunta está dada por la opción que tienen los niños de elegir alguna de las preguntas que aparecen en la redacción de la actividad. De hecho, casi 3/5 partes de los niños así lo hace.

Sin embargo, al pasar a las siguientes preguntas, las puntuaciones vuelven a ser bajas o muy bajas. Por ejemplo, la pregunta 5 que solicita la expresión de variables necesarias de control experimental tiene de media 0.28 —con 73% de respuestas con puntuación cero— a pesar de que en la redacción que acompaña al planteamiento de la actividad se proporciona un listado de 6 variables de entre las cuales se podrían elegir algunas.

Un análisis más detallado de las respuestas a través de redes conceptuales⁶, permite observar que más de la mitad de ellos responde al ítem sin entender la idea de control experimental que contiene la pregunta. Las predicciones de los niños sobre lo que no cambiaría entre las distintas siembras reflejan una respuesta a la pregunta pensando en el proceso de desarrollo de las plantas a partir de las semillas, más que en el proceso de experimentación. Sólo una cuarta parte de los niños responde a la pregunta correctamente, aunque señalan como mucho dos variables necesarias de control experimental.

El siguiente ítem (pregunta 6) es el que aparece con el valor medio más bajo del cuestionario, con 0.09. En concordancia con las respuestas al anterior ítem, la red conceptual de las respuestas se refiere a los cambios que ocurrirán durante el desarrollo de las plantas, y no a los cambios en las distintas siembras para dar respuesta a la pregunta de investigación.

Continuando con el análisis, encontramos que la media de los puntajes de las respuestas para la pregunta 7 toma el valor de 0.75 y la proporción de niños con puntuación cero se ubica en 31%. La red conceptual elaborada a partir de las respuestas nos indica que la observación y el registro durante la experimentación se centran en los cambios, cualesquiera que sean, sin precisar los tipos de variaciones sobre los cuales centrar la atención en razón de la pregunta de investigación. Así es, al menos, para ¾ de los niños. Estos resultados nos permiten concluir que la experimentación puede interpretarse como una actividad de registro sobre los pasos seguidos así como de las variaciones que se dan en los objetos observados, pero descontextualizada de la pregunta de investigación que guía la experimentación. Sólo 2% de los niños relaciona la variable dependiente con la independiente del problema/pregunta por resolver.

6 Técnica de análisis donde las propias respuestas van configurando la red de conceptos y donde lo importante es ubicar la respuesta de un individuo en el marco de las respuestas del grupo (Romero, 1996).

TABLA 6
 RED CONCEPTUAL DE LA PREGUNTA 5: ¿QUÉ COSAS NO CAMBIARÁN ENTRE LAS DISTINTAS SIEMBRAS DE FRIJOL PARA VERIFICAR TU PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN?

Tipo de Respuesta	Descripción
1. Escoge una pregunta de las propuestas. (59%)	A. ¿Crees que la orientación de siembra de las semillas de frijol también influya en la germinación? (37%)
	B. ¿Será más rápida la germinación de las semillas en orientación vertical que la de las semillas orientadas de manera horizontal? (5%)
	C. ¿Germinarán más semillas de frijol si se plantan en sentido vertical que en sentido horizontal? (11%)
	D. ¿El crecimiento (o germinación) de las plantas será más rápido si las semillas se plantan con el micrópilo hacia arriba? (5%)
2. Plantea una pregunta distinta. (13%)	E. ¿Cuál es el proceso [de germinación] de las semillas? / ¿Qué es lo que necesita la planta al germinar? / ¿Qué es importante para la germinación? (4%)
	F. Preguntas generales sobre los factores de la germinación (humedad, altitud, profundidad de sembrado, cantidad de oxígeno): ¿influye el oxígeno? ¿La humedad hace crecer a las plantas? (9%)
3. Identifica como pregunta importante la relativa al proceso de investigación. (4%)	G. ¿Cómo lo harías? (4%)
4. No propone alguna pregunta o la pregunta está incompleta o incomprensible. (20%)	H. «La que sea»; «todas»; «no sé»; «ninguna»; «la 1»; «será mas rápida la germinación...» (20%)
5. No respondió. (4%)	I. No respondió (4%)

Por último, las preguntas 8 y 9 del cuestionario se orientan hacia la capacidad de realizar predicciones o hipótesis derivadas de la pregunta de investigación propuestas por los propios niños. Los puntajes medios de las respuestas son los más bajos, sólo por encima de la pregunta comentada anteriormente, con 0.241 y 0.168 de promedio y 78% y 84% de respuestas con puntuación cero, respectivamente.

La red conceptual de las respuestas a estas preguntas nos muestra una diversidad de argumentaciones en la que es difícil establecer un patrón de respuesta. En razón de las respuestas emitidas por los niños, podemos comentar que estas dos últimas preguntas

del cuestionario aportaron respuestas sobre el proceso de germinación y desarrollo de las plantas, y no sobre la elaboración de hipótesis derivadas de la pregunta de investigación que intentan responder, al menos desde la planificación del experimento. Con lo cual podemos concluir —de manera provisional— que la experimentación se ve como equivalente a la realización de una actividad de comprobación, de cómo ocurre un proceso natural, en este caso, del desarrollo de las plantas, más que un proceso de búsqueda de respuesta a una pregunta de investigación.

d) Resultados por número de unidades cursadas

Un análisis de los resultados atendiendo al número unidades didácticas cursadas por los niños nos permite diferenciar los resultados por grupo/escuela (Ver Tabla 5).

Aunque estrictamente el tipo de escala utilizado para puntuar las respuestas es de tipo ordinal, se procedió a calcular las medias por grupo/escuela para resumir las puntuaciones y realizar las comparaciones pertinentes. La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos:

TABLA 7
PUNTAJES MEDIOS DE LAS RESPUESTAS POR ESCUELA

Número de ítem	Escuela							
	La Salle (8 uds.)		C. Rotario (7 uds.)		Ibón A. (3 uds.)		Vázquez T. (1 ud.)	
	x	n	x	n	x	n	x	n
1	2.11	30	1.74	23	1.40	29	1.32	29
2	1.06	31	1.53	24	1.38	30	0.35	24
3	1.35	31	2.42	24	0.00	30	0.10	29
4	1.69	31	1.78	23	1.03	30	0.61	27
5	0.48	31	0.26	23	0.19	29	0.15	27
6	0.16	31	0.13	23	0.00	30	0.09	28
7	1.03	31	1.11	23	0.41	29	0.50	28
8	0.42	31	0.39	22	0.02	29	0.15	26
9	0.31	31	0.27	22	0.04	28	0.06	26

Las diferencias existentes entre las medias de los distintos grupos, a pesar de los valores bajos en los ítems, son importantes de destacar. En términos relativos los valores altos corresponden a las escuelas incorporadas en el ciclo 2000/2001, mientras que las escuelas incorporadas posteriormente presentan los valores bajos. Además del resumen de los puntajes grupales por ítem y escuela, se procedió a calcular la ANOVA de Kruskal-Wallis y la U de Math Witney para establecer la importancia de las diferencias

encontradas. El criterio para señalar una diferencia entre medias como destacable, se estableció en $P < 0.05$. Aunque estrictamente los grupos elegidos no representan una muestra estadística, dado que el objetivo del trabajo fue describir una experiencia en materia de enseñanza de las ciencias, el cálculo de las pruebas no paramétricas en cuestión, se utilizó como criterio para valorar las diferencias entre grupos, más que para generalizar resultados hacia la población que participa en el programa de enseñanza de las ciencias. La primera para evaluar las diferencias entre las medias de los cuatro grupos, y la segunda con la intención de confirmar la ausencia de diferencias intergrupales de los dos pares de grupos escolares.

Para la primera de las pruebas no paramétricas, los valores de significancia estadística son menores del nivel fijado ($P < 0.05$), con excepción de los ítems 6 y 9, donde se localizan las dos puntuaciones medias más bajas. En otros términos, y bajo los criterios aquí fijados, se observa que existen diferencias importantes entre los puntajes de los grupos en razón del número de unidades cursadas del programa.

TABLA 8
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS CON AGRUPACIÓN POR ESCUELA (UNIDADES CURSADAS)

Ítem	Chi-cuadrado	gl	Sig. Asintót
1	21.034	3	.000
2	16.459	3	.001
3	81.307	3	.000
4	24.346	3	.000
5	8.308	3	.040
6	5.450	3	.142
7	36.309	3	.000
8	15.274	3	.002
9	7.127	3	.068

Mientras que la U de Mann-Whitney sólo nos confirma diferencias entre los grupos de la escuela La Salle y la Club Rotario en los ítems 1 y 3. En cambio, para el otro par de grupos no se localiza ninguna diferencia importante. Por lo tanto, predomina la diferenciación entre los dos bloques, según el número de participaciones (dos grupos/escuelas por bloque).

TABLA 9
 RESULTADOS DE LA PRUEBA U DE MANN-WHITNEY CON AGRUPACIÓN POR
 ESCUELA (LA SALLE Y CLUB ROTARIO)

Ítem	U de Mann-Whitney	Z	Sig. Asintót (bilateral)
1	232.500	-2.056	.040.
2	335.500	-.658	.511
3	117.500	-4.387	.000
4	352.000	-.088	.930
5	285.500	-1.477	.140
6	345.500	-.313	.755
7	335.000	-.580	.562
8	320.000	-.437	.662
9	312.500	-.682	.495

TABLA 10
 RESULTADOS DE LA PRUEBA U DE MANN-WHITNEY CON AGRUPACIÓN POR
 ESCUELA (IBÓN AGUILAR Y VÁZQUEZ TORRES)

Ítem	U de Mann-Whitney	Z	Sig. Asintót (bilateral)
1	400.000	-.329	.742
2	264.500	-1.833	.067
3	420.000	.000	1.000
4	319.000	-1.533	.125
5	370.500	-.518	.604
6	390.000	-1.477	.140
7	379.500	-.489	.625
8	345.500	-1.179	.238
9	361.000	-.114	.909

5. CONCLUSIONES

Los resultados de la evaluación, así como la aproximación conceptual que sobre contenidos procedimentales hemos realizado, nos permiten establecer las siguientes conclusiones:

En primer lugar, la definición de contenidos procedimentales como cursos de acción ordenadas y orientadas a la consecución de una meta, permite integrar en un mismo concepto una diversidad de términos que se refieren a la actuación de un sujeto ante una tarea o problema (procedimientos, destrezas, habilidades, técnicas, estrategias, etc.), al mismo tiempo que se precisa la naturaleza de las actuaciones procedimentales y de sus elementos constitutivos, cuestiones a tener en cuenta en el momento de evaluarlas.

El carácter operativo de este tipo de contenido sugiere que se busque la demostración por realización de que se posee el contenido procedimental, habilidad o destreza (De Pro Bueno, 1998). Sin embargo, la realización en sí no garantiza del todo la demostración del conocimiento procedimental que posee el sujeto, aquélla estará mediada, por ejemplo, por la calidad de la representación de la tarea y por los aspectos motivacionales que incentivan su actuación.

Por otro lado, las puntuaciones bajas obtenidas por los niños nos informan de las dificultades para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la educación básica, a pesar de la voluntad institucional en este sentido. Por ejemplo, una habilidad básica como la observación, y que aparece repetidamente en un gran número de actividades, tanto en las unidades del programa PVEC como en el plan oficial de primaria, no aparece con valores altos como cabría esperar, lo que apunta como causa del bajo nivel demostrado hacia la implementación del programa, de un lado, y quizás hacia la calidad del instrumento utilizado para la evaluación, del otro.

La dificultad para definir este tipo de conocimientos y de programar actividades de enseñanza y de evaluación, es otro de los aspectos que debemos tener presente a la hora de valorar los resultados. La escasa precisión que se obtuvo en las respuestas a las preguntas que evaluaban las habilidades de graficación y en la de diseño y planificación de experimentos, dificultó la delimitación de qué evaluar. Después de concluido este trabajo, queda la oportunidad de evaluar los instrumentos. El carácter abierto de las preguntas y respuestas siempre dejará un espacio para la interpretación de las tareas y de los datos generados —de quien responde y quien corrige— lo cual, más que un espacio indefinido, es un espacio de reflexión sobre una parte de la realidad, es decir, la situación problema.

Por otro lado, las diferencias a favor de los grupos con mayor experiencia en el programa dan indicios de las ventajas de trabajar con esta estrategia didáctica, pero no son lo suficientemente grandes como se esperaría por las diferencias en el número de aplicaciones que han recibido los grupos. Si bien todo resultado a favor de la utilidad de la estrategia CTN pudiera ser considerado bueno, no lo es del todo cuando se tienen en cuenta los grandes esfuerzos económicos, logísticos, de formación de profesores, etc. que han sido necesarios para poner en marcha el Programa de Enseñanza de las Ciencias en la Educación Primaria de Tamaulipas.

Estos resultados no anulan su implementación, sino que nos permiten reflexionar sobre lo realizado hasta ahora y lo que deberá de corregirse o modificarse para potenciar

los productos que se generan por su puesta en práctica, sobre todo en los aprendizajes de ciencias de los niños de educación primaria, principales beneficiarios del programa.

En cuanto a los resultados, además del largo proceso para su generación, destacamos su utilidad como elementos para valorar el quehacer académico en materia de enseñanza de las ciencias de las instituciones educativas. Los bajos valores obtenidos por los niños nos exigen que busquemos formas de aprovechar los esfuerzos institucionales en esta materia para elevar la calidad de la enseñanza de las ciencias, en particular, y de la educación primaria, en general. Asimismo, el tipo de estudio aquí planteado dejó de lado aspectos tan importantes como la capacitación del maestro en la estrategia didáctica, los tiempos de preparación de las clases, la calidad y oportunidad de los materiales, la organización institucional en torno al programa, etc., por lo que los resultados aportados deben valorarse desde el diseño y enfoque de investigación seleccionado.

El carácter activo de las unidades del programa, con manipulación de objetos y seres vivos y de instrumentos de observación y medición, puede influir en la formación de concepciones instrumentalistas de las ciencias en los niños. De hecho, las respuestas a los ítems sobre la experimentación reflejan en cierto modo la idea de que esta actividad es más de comprobación de leyes, teorías o ideas, que de búsqueda de soluciones o respuestas ante una situación problema. La ponderación excesiva de las actividades prácticas durante el desarrollo de las unidades del programa puede ayudar en la motivación de los niños por los temas de ciencias, pero también puede bloquear el entendimiento del papel que juega la teoría en la investigación científica, así como restarle importancia a las actividades de reflexión y comunicación de las observaciones, creencias y resultados obtenidos. Este hecho debe ser seriamente tomado en cuenta.

Por último, un aspecto en el que convendría avanzar es en la declaración y definición de los contenidos procedimentales, así como la inclusión de tareas específicas orientadas a la formación de estas capacidades y de criterios e instrumentos de evaluación. De hecho, sería de gran ayuda abordar estos contenidos desde el enfoque de las competencias, para ayudar a clarificar los procesos a través de los cuales es posible desarrollar esas habilidades y actitudes o, en otras palabras, esas competencias de alfabetización científica.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16. Recuperado el 26 de febrero de 2004, de http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/Educa_cient_ciudadania.pdf
- Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2). Recuperado el 26 de febrero de 2004 de <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf>
- Aguilar, T. (2001). Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 77-90). Madrid: Narcea.

- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Coll, C. y Valls, E. (1992). *Los contenidos en la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana.
- Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (2001). *Programa de Enseñanza Vivencial de las Ciencias en la Educación Básica de Tamaulipas (PVEC)*. Cd. Victoria: Autor.
- De Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? En *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41.
- Escudero, C. y Moreira, M. A. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques de resolución de problemas. En *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 61-68.
- García, P., Insausti, M. J. y Merino, M. (2003). Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagramas V. En *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(1).
- Gil Cantero, Fernando y Jover Olmeda, Gonzalo (2003). La contribución de la educación ética y política en la formación del ciudadano. En *Revista de Educación*, núm. extraordinario, 109-129.
- Gil, D. (1987). Los programas-guía de actividades: Una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. En *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.
- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. En *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.
- Goorden, Lieve y Vandenabeele, Joke (2003). Participación pública en la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología: un reto para los ciudadanos y para los expertos. *The IPST Report*, 72. Recuperado el 27 de septiembre de 2005 de <http://www.jrc.es/home/report/spanish/articles/vol72/welcome.htm>
- Gutiérrez, R. (1987). La investigación en didáctica de las ciencias. Elementos para su comprensión. En *Bordón*, 268, 339-362.
- Lamo de Espinosa, E. (1996). *Sociedades de cultura, sociedades de ciencia. Ensayos sobre la condición moderna*. Oviedo: Ediciones Nobel.
- Lopes, B. J. (2002). Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos. En *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 115-132.
- Marco-Stiefel, B. (2001). Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias. Estado de la cuestión. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 33-46). Madrid: Narcea.
- Martínez, C. y García, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? En *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 243-264.
- Martínez, Miquel (s.f.). Educación y Ciudadanía Activa. Recuperado el 26 de septiembre de 2005, de <http://www.campus-oei.org/valores/mmartinez.htm>.
- Membiela, P. (Ed.) (2001). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
- Ministerio de Educación y Ciencia (2003). *Secundaria obligatoria. Ciencias de la Naturaleza*. Madrid: Autor.
- National Science Resources Center (s.f.). *Science and Technology for Children (STC) Overview*. Recuperado el 12 de septiembre de 2005, de http://www.nsrconline.org/curriculum_resources/elementary.html.

- Naval, Concepción (2003). Orígenes recientes y temas clave de la educación para la ciudadanía democrática actual. *Revista de Educación, núm. extraordinario*, 169-189.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. En *Enseñanza de las Ciencias, 16 (1)*, 175-185.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
- Reinders, D. y Treagust, D. F. (1998). Learning in Science – From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. En Fraser and Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 3-25). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Romero, C. (1996). Una investigación sobre los esquemas conceptuales del continuo. Ensayo de un cuestionario. En *Enseñanza de las Ciencias, 14(1)*, 3-14.
- Secretaría de Educación Pública (1993). *Plan y Programas de Estudio. Educación Básica. Primaria*. México: Autor.
- Solbes, J., Vilches, A. y Gil. D. (2001). Papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 221-231). Madrid: Narcea.
- Valls, E. (1993). *Los procedimientos: Aprendizaje, enseñanza y evaluación*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Vidal Fernández, Fernando (2003). Las condiciones de la formación cívica en la segunda modernidad: formar sujetos para la participación y la solidaridad. *Revista de Educación, num. extraordinario*, 57-82.

Anexo**CUESTIONARIO 2.**

Nombre: _____

Escuela: _____

Grupo: _____. Sexo: _____

SEMILLAS, SEMILLAS, SEMILLAS...

Las semillas son el medio de reproducción de muchas de las plantas que conocemos. Como sabes, las semillas brotan o germinan cuando se encuentran en lugares con la humedad necesaria y la temperatura adecuada, entre otras cosas. Incluso, muchas de las semillas no necesitan luz para germinar (esto es lógico, ya que están bajo la tierra); pero una vez que la planta ha brotado de la semilla, necesita mucha luz para producir su propio alimento. Mientras tanto, cada semilla lleva en sí misma un almacén de alimentos que la proveen con energía suficiente para empezar a crecer. Sin embargo, no todas las semillas germinan en la naturaleza (algunas son alimento de animales, otras se pudren o caen en lugares en donde las condiciones ambientales les son adversas), por eso las plantas producen tantas semillas —para asegurarse de que la vida continúa a pesar de todo.

ACTIVIDAD 1.

Hay una gran variedad de semillas, de las cuales te proporcionamos unas pocas de frijol, maíz, tomate y melón. Obsérvalas detenidamente y realiza las actividades que se te piden a continuación.

1. Dibuja cada tipo de semilla (utiliza para ello la hoja con el título «DIBUJANDO SEMILLAS», pág. 2).
2. Construye una tabla o cuadro que te permita resumir y comparar rápidamente las características de las distintas semillas (utiliza la hoja con el título «COMPARANDO SEMILLAS», pág. 3).

ACTIVIDAD 2.

La siguiente tabla informa del ritmo de crecimiento promedio de las distintas plantas cuando la germinación se produce en las condiciones ambientales adecuadas.

TABLA A1
TAMAÑO PROMEDIO DE TRES TIPOS DE PLANTAS TRAS LA GERMINACIÓN

Planta	2 día	4 día	6 día	8 día
Frijol	16 mm	24 mm	28 mm	30 mm
Maíz	2 mm	3 mm	5 mm	8 mm
Tomate	6 mm	9 mm	12 mm	15 mm

3. Construye una gráfica en donde representes el crecimiento de las distintas variedades de plantas. Utiliza un color distinto para cada tipo de semilla.

ACTIVIDAD 3.

Aunque la humedad y la temperatura son dos factores importantes en la germinación de las semillas, existen otros que también influyen en este proceso (la altitud, la cantidad de oxígeno, la profundidad de sembrado, la dureza del suelo, etc.). Pero ¿crees que la orientación de las semillas al sembrarlas también influya? Por ejemplo, ¿germinarán más semillas de frijol si se plantan en sentido vertical que en sentido horizontal?, ¿o con el micrópilo (el puntito blanco en el centro del frijol) hacia arriba, hacia abajo o hacia un lado)?, ¿será más rápida la germinación de las semillas en orientación vertical que la de las semillas orientadas de manera horizontal?, ¿el crecimiento de las plantas será más rápido si las semillas se plantaron con el micrópilo hacia arriba? Imagina que tienes que realizar un experimento que ayude a dar respuesta a alguna de las preguntas. ¿Cómo lo harías? Contesta las siguientes cuestiones:

4. ¿Cuál es la pregunta principal a la que tratarás de dar respuesta?
5. ¿Qué cosas no cambiarán entre las distintas siembras de frijol para verificar tu pregunta de investigación?
6. ¿Y qué cosas sí cambiarán?
7. ¿Qué cosas debemos observar y registrar mientras dura el experimento?
8. ¿Qué crees que pasará con las distintas siembras de frijol?
9. ¿Por qué crees que pasará eso?