

La enseñanza de destrezas de pensamiento y su relación con el currículo de ciencia

Antonio Rivas Olmeda
Blanca Ruperto Morales

SINOPSIS

En los últimos años se ha elaborado una nueva tendencia educativa que busca orientar la enseñanza hacia el desarrollo del pensamiento (lógico, crítico y creativo).

El aula se convierte, en este enfoque, en un laboratorio orientado al logro de este desarrollo. Es importante que el maestro no pierda de vista que el desarrollo de las destrezas particulares de las diferentes materias académicas constituya un medio que le permite desarrollar las destrezas genéricas de pensamiento en sus estudiantes.

En este trabajo se presenta un ejemplo que describe las destrezas del proceso científico y las destrezas de pensamientos asociadas al mismo.

Términos clave: <enseñanza de la ciencia> <proceso de pensamiento> <Puerto Rico>

ABSTRACT

During the past decade a new educational tendency has been worked out; its pursuit being to orient teaching towards the development of thought (logical, critical and creative).

In this approach the classroom becomes a laboratory headed to achieve the mentioned development. It is important that the teacher keeps in mind that the development of the particular skills of the different academic subjects is set up as a means wich will permit said teacher to develop the generic skills of thought in his students.

This work offers an example which describes the skills of the scientific process and the skills of thoughts linked to it.

Key terms: <science instruction> <thought processes> <Puerto Rico>

En los últimos años se ha elaborado una nueva tendencia educativa que busca orientar la enseñanza hacia el desarrollo del pensamiento. Esta se ha convertido en uno de los movimientos educativos de mayor influencia en el mundo entero. En Puerto Rico, la Ley Orgánica del Departamento de Educación establece como uno de sus objetivos principales dirigir la enseñanza hacia el desarrollo del pensamiento. Este nuevo enfoque pretende que la educación puertorriqueña sea liberal y liberadora.

La enseñanza orientada hacia el desarrollo del pensamiento pretende hacer del salón de clase un laboratorio. Aquí se provee para cultivar el potencial intelectual del estudiante, garantizándole no sólo el éxito académico sino también un desarrollo más efectivo como ser humano. Las actividades desarrolladas por el maestro deben ayudar al estudiante a comprender, dominar, planificar y transformar la realidad de acuerdo con sus necesidades e intereses particulares. El reto principal del maestro en el aula escolar será superar las prácticas actuales de enseñanza de recitación y memorización de información que muchas veces carece de significado y pertinencia educativa, a una que fortalezca el desarrollo del pensamiento crítico y creativo de los estudiantes.

Las diversas materias académicas deben verse como proveedores de conceptos y destrezas que respondan a unas metas y objetivos en común. Es importante que el maestro no pierda de vista que el desarrollo de las destrezas particulares de las diferentes materias académicas, es un medio que le permite enseñar y desarrollar las destrezas genéricas de pensamiento en sus estudiantes.

Es el caso de la ciencia, el currículo provee para el desarrollo de una cultura científica mediante las destrezas de procesos científicos, conceptos, actitudes, principios y teorías. La necesidad de establecer el desarrollo de procesos científicos en la enseñanza de la

ciencia forma parte de la posición asumida por la Asociación Nacional de Maestros de Ciencias (NSTA). Según la NSTA (1980), la persona que demuestra *literacia* científica posee una base sustancial de datos, conceptos, esquemas conceptuales y destrezas de procesos que le permiten continuar aprendiendo y la capacitan para razonar lógicamente. En el individuo que posee una cultura científica utiliza los procesos de la ciencia en la solución de problemas y en la toma de decisiones. Estos últimos forman parte no solo de las ciencias naturales sino que también son parte esencial de todo pensamiento lógico, creativo y crítico.

Los procesos distintivos de la actitud científica se clasifican en básicos e integrados. Los procesos básicos son observación, clasificación, formulación de inferencias, predicción, medición, comunicación y uso de las relaciones de espacio y tiempo. Los procesos integrados son formulación de modelos, interpretación de datos, formulación de definiciones operacionales, formulación de hipótesis y experimentación. Cada uno de estos procesos contiene varias destrezas que se inician por nivel de escolaridad y se refinan de forma gradual y sistemática a medida que el estudiante asciende a los niveles educativos más complejos. El maestro de ciencia desarrolla actividades curriculares que integran sistemáticamente el contenido (conocimiento científico) y los procesos y destrezas científicas.

Cuando se realiza un análisis de las destrezas básicas y complejas propuestas por el Departamento de Educación en su modelo de pensamiento crítico y las destrezas de los procesos científicos, se encuentra que existe un enlace y una estrecha relación entre ambas. Se puede establecer una equivalencia entre las destrezas de procesos científicos y las destrezas de pensamiento. Esto no quiere decir que cuando se habla de un proceso científico, éste sea única y exclusivamente equivalente a una destreza particular del pensamiento. El desarrollo de un proceso científico

conlleva la enseñanza, ejecución y práctica de unas destrezas específicas que permitirán a largo alcance la conceptualización de dicho proceso.

Estas destrezas procesales son las que se pueden relacionar y enlazar con las destrezas genéricas de pensamiento.

Como consecuencia se puede encontrar que para lograr el desarrollo efectivo de un proceso científico se necesita de la práctica de varias destrezas de pensamiento.

| Proceso científico | Destrezas del proceso científico | Equivalencia de las destrezas de pensamiento |
|--------------------|---|--|
| Clasificación | a. Percibir semejanzas y diferencias en un conjunto de objetos | a. Comparar y contrastar |
| | b. Separar un conjunto de objetos, de acuerdo a una característica en particular. | b. Agrupar y rotular |
| | c. Agrupar un conjunto de objetos donde se pueda identificar el mayor número de variables a base de una característica. | c. Agrupar y rotular |

Como se señalara anteriormente para que los estudiantes clasifiquen, necesitan poner en práctica las destrezas particulares en ese proceso científico. Es con estas destrezas procesales que pueden establecer una relación equivalente de las destrezas de pensamiento (Véase Apéndice A). Entonces se puede concluir que el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias puede mejorarse si el maestro planifica y desarrolla actividades y ejercicios de laboratorio debidamente estructurados que dirigen la enseñanza hacia el desarrollo del pensamiento a través de los procesos científicos y sus destrezas particulares. Si el maestro planifica para tal propósito ayudará a educar al estudiante para la vida, desarrollando su pensamiento,

principios y valores que le permiten comprender de una manera más efectiva el mundo físico que le rodea.

Es imprescindible que las personas que tienen a su cargo el diseño del currículo de ciencia tomen en consideración esta relación entre las destrezas de pensamiento y los procesos científicos. Es importante que los diseños curriculares integren actividades que reflejen ambos conjuntos de destrezas. Según Yeany (1984), esto permitirá un desarrollo de los procesos cognoscitivos y de las destrezas integradas en procesos científicos facilitándole a los estudiantes la adquisición y desarrollo más efectiva de una cultura científica.

APÉNDICE A
Destrezas del proceso científico y su equivalencia con las destrezas
genéricas del pensamiento, en los niveles elementales, intermedio y superior
NIVEL ELEMENTAL

| Procesos científicos | Destrezas científicas Nivel I k- 3 ^o | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel K-3 ^o | Destrezas científicas Nivel II-4 ^o -6 ^o | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel 4 ^o -6 ^o . |
|----------------------|---|---|---|---|
| Observación | a. Establecer diferencias en las propiedades físicas de los objetos, por medio de observación directa. | a. Comparar y contrastar | d. Repetir las observaciones como medio de mejorar la confiabilidad. | d. Observar y recordar. |
| | b. Manipular o cambiar objetos para exponer sus propiedades a la observación. | b. Observar y recordar | e. Usar las medidas como un medio de refinar las observaciones. | e. Observar y recordar |
| | c. Usar instrumentos para ayudar a los sentidos a realizar observaciones. | c. Observar y recordar | f. Ordenar sucesos cronológicamente. | f. Ordenar |
| | Hacer observaciones sin inferencias. | d. Observar y recordar | | |
| | a. Percibir semejanzas y diferencias en un conjunto de objetos. | a. Comparar y contrastar | ch. Usar características observables como base para la agrupación, bajo condiciones previamente establecidas. | ch. Agrupar y rotular |
| Clasificación | b. Separar un conjunto de objetos, de acuerdo a una característica en particular. | b. Agrupar y rotular | d. Desarrollar un esquema arbitrario de clasificación | d. Razonar y lógicamente. |
| | c. Agrupar un conjunto de objetos donde se pueda identificar el mayor número de variables a base de una característica. | c. Agrupar y rotular | | |
| | a. | a. Observar y recordar | ch. Formular preguntas e hipótesis concisas, sin ambigüedad. | ch. Solucionar problemas |
| Comunicación | | b. Observar y recordar | d. Construir tablas y gráficas para los datos. | d. Ordenar. |

| Procesos científicos | Destrezas científicas Nivel I k- 3 ^{ro} | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel K-3 ^{ro} | Destrezas científicas Nivel II-4 ^{to} -6 ^{to} | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel 4 ^{to} -6 ^{to} . |
|----------------------|--|--|--|---|
| Observación | a. Establecer diferencias en las propiedades físicas de los objetos, por medio de observación directa. | a. Comparar y contrastar | d. Repetir las observaciones como medio de mejorar la confiabilidad. | d. Observar y recordar. |
| | b. Manipular o cambiar objetos para exponer sus propiedades a la observación. | b. Observar y recordar | e. Usar las medidas como un medio de refinar las observaciones. | e. Observar y recordar |
| | c. Usar instrumentos para ayudar a los sentidos a realizar observaciones. | c. Observar y recordar | f. Ordenar sucesos cronológicamente. | f. Ordenar |
| | Hacer observaciones sin inferencias. | d. Observar y recordar c. Ordenar | | |

| Procesos científicos | Destrezas científica Nivel <u>IK-3ro.</u> | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel <u>K- 3ro.</u> | Destrezas científicas Nivel <u>II4to-6to</u> | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel <u>4to.-6to.</u> |
|---|--|--|--|--|
| Formulación de inferencias | a. Hacer inferencias basándose en observaciones. | a. Inferir | c. Separar observaciones relevantes basadas en unas inferencias dadas de unas observaciones que sean irrelevantes. | c. Evaluar |
| | b. Demostrar que la inferencias está basada en observaciones. | b. Razonar lógicamente | ch. Derivar una inferencia de un conjunto de observaciones que tengan relación entre sí. | ch. inferir |
| | | | d. Señalar relaciones de <u>causa y efecto</u> | d. Inferir |
| | | | e. Identificar las limitaciones en las inferencias. | e. Evaluar |
| | | | f. Modificar y extender las inferencias para incluir sucesos discrepantes. | f. Inferir |
| | Predicción | a. Distinguir entre adivinar y predecir. | a. Comparar y contrastar. | c. Usar una serie de observaciones que tengan relación entre sí para predecir un suceso que no sea observable. |
| b. Usar las observaciones de un suceso para predecir otro que no se haya observado. | | b. Inferir | ch. Usar medidas cuantitativas como un medio para mejorar la exactitud de las predicciones. | ch. Inferir |
| | | | ch. Describir la información según aparece en tablas o gráficas. | ch. Analizar |
| Interpretación de datos | a. Seleccionar datos pertinentes a la pregunta formulada. | a. Evaluar | d. Formular y explicar inferencias utilizando la información que aparezca en tablas o gráficas. | d. Analizar |
| | b. Describir el significado de la información obtenida por medio de los datos recopilados. | b. Inferir | | |
| | c. Procesar los datos para que se hagan evidentes a las tendencias o relaciones. | c. Razonar lógicamente | | |

| Procesos científicos | Destrezas científicas Nivel <u>IK-3^{ro}</u> . | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel <u>K-3^{ro}</u> | Destrezas científicas Nivel <u>II 4^{to}-6^{to}</u> . | Destrezas científicas de pensamiento Nivel <u>4^{to}-6^{to}</u> . |
|---|--|--|--|---|
| Formulación de definiciones operacionales | <ul style="list-style-type: none"> a. Distinguir entre una definición común y una operacional. b. Seleccionar aquellas características del fenómeno que pueden usarse en la definición operacional. | <ul style="list-style-type: none"> a. Comparar y contrastar. b. Evaluar | <ul style="list-style-type: none"> c. Establecer el mínimo de características observables requeridas para construir una definición operacional. | <ul style="list-style-type: none"> c. Evaluar |
| Formulación de hipótesis | <ul style="list-style-type: none"> a. Contestar preguntas basadas solamente en lo observado. b. Asumir una posición personal ante una situación, problema o planteamiento. c. Construir una representación física o un diagrama para explicar un modelo mental de los fenómenos observados. | <ul style="list-style-type: none"> a. Razonar lógicamente b. Tomar decisiones c. Análisis | <ul style="list-style-type: none"> ch. Separar preguntas que solamente pueden ser contestadas filosóficamente de las que pueden ser contestadas empíricamente. | <ul style="list-style-type: none"> ch. Evaluar |
| Formulación de modelos | <ul style="list-style-type: none"> a. Distinguir entre un modelo y lo que éste representa. b. Explicar fenómenos observados usando modelos diseñados por otras personas. c. Construir una representación física o un diagrama para explicar un modelo mental de los fenómenos observados. | <ul style="list-style-type: none"> a. Análisis b. Análisis c. Análisis | | |
| Experimentación | <ul style="list-style-type: none"> a. Manipular el equipo para hacer observaciones pertinentes | <ul style="list-style-type: none"> a. Observar y recordar | <ul style="list-style-type: none"> b. Identificar las observaciones que sean relevantes en un experimento. c. Distinguir entre los datos útiles y los datos irrelevantes | <ul style="list-style-type: none"> b. Evaluar c. Evaluar. |

NIVEL INTERMEDIA Y SUPERIOR

| Procesos científicos | Destrezas científicas <u>Nivel III 7^{mo} - 9^{no}</u> | Destrezas genéricas de pensamiento <u>Nivel III 7^{mo}-9^{no}.</u> | Destrezas científicas <u>Nivel IV 10^{mo}-12^{mo}.</u> | Destrezas genéricas de pensamiento <u>Nivel IV 10^{mo}-12^{mo}.</u> |
|-------------------------------------|--|---|--|--|
| Observación | g. Identificar los cambios en las propiedades de los cuerpos y medir la razón de cambios. h. Diferenciar entre constantes y variables. | g. Comparar y contrastar h. Comparar y contrastar | i. Identificar cambios de correlación en las variables. | i. Comparar y contrastar |
| Clasificación | e. Usar medidas cuantitativas como un criterio para agrupar. f. Establecer límites como un medio para agrupar a base de una variable continua. | e. Agrupar y rotular f. Agrupar y rotular | h. Usar un sistema de clasificación aceptado para identificar objetos o fenómenos. | h. Clasificar |
| Comunicación | g. Desarrollar esquemas de clasificación para subconjuntos que tengan categorías exclusivas. e. Planificar para la comunicación de los procedimientos y de los resultados como parte esencial de un experimento. f. Informar los procedimientos experimentales de tal forma que otros puedan llevar a cabo el mismo experimento. | g. Razonamiento lógico e. Razonar lógicamente f. Ordenar | g. Usar análisis matemático para describir las interpretaciones de los datos. h. Usar tablas y gráficas para informar posibles interpretaciones de los datos. | g. Analizar h. Ordenar |
| Medición | d. Usar métodos de estimación para determinar cantidades. | d. Inferir | e. Diseñar y usar métodos indirectos para medir. | e. Solución de problemas |
| Uso de relación de espacio y tiempo | g. Hacer representaciones bidimensionales de modelos mentales. h. Usar vectores para calcular la razón de cambio. | g. Análisis h. Solucionar problemas | i. Representar en forma tridimensional, algunos modelos mentales | i. Análisis |
| Formulación de inferencias | g. Diseñar experimentos para probar la validez de las inferencias. | g. Solucionar problemas | h. Usar inferencias para sugerir observaciones. i. Extender las inferencias para formular modelos. | h. Inferir i. Inferir |

NIVEL INTERMEDIA Y SUPERIOR

| Procesos científicos | Destrezas científicas Nivel <u>III 7mo-9no.</u> | Destrezas genéticas de pensamiento Nivel <u>III 7mo-9no.</u> | Destrezas científicas Nivel <u>IV 10mo-12mo.</u> | Destrezas genéticas de pensamiento Nivel <u>IV 10mo-12mo.</u> |
|--|---|---|---|--|
| Predicción | d. Delimitar variación en las condiciones que afectan las observaciones previas para mejorar la exactitud de las predicciones. | d. Inferir | f. Usar la interpolación y la extrapolación como un medio para hacer predicciones. | f. Inferir |
| | e. Demostrar la exactitud de las predicciones para establecer la validez de los conceptos que se hayan aceptado previamente y sobre las predicciones. | e. Razonar lógicamente | g. Establecer criterios para indicar la confiabilidad de las predicciones. | g. Evaluar |
| | e. Establecer criterios para juzgar la validez, precisión y utilidad de los datos. | e. Evaluar | g. Seleccionar la interpretación más apropiada de varias interpretaciones de un conjunto de datos. | g. Tomar decisiones |
| Interpretación de datos | f. Comparar conjuntos de datos que se relacionan entre sí para probar la confiabilidad de las inferencias y las generalizaciones. | f. Evaluar | h. Determinar los valores estadísticos de las muestras de datos y evaluar los errores probables de los mismos. | h. Evaluar |
| | ch. Establecer unos criterios para redactar definiciones operacionales de acuerdo con la utilidad que se le vaya a dar a la definición, | ch. Evaluar | i. Indicar los criterios para limitar las inferencias a aquellos que están sostenidos por datos. | i. Evaluar |
| Formulación de definiciones operacionales. | d. Evaluar la adecuocidad de la definición. | d. Evaluar | e. Describir las limitaciones de las definiciones operacionales. | e. Evaluar |
| | | | f. Usar relaciones matemáticas al construir definiciones operacionales. | f. Análisis |
| | | | g. Formular definiciones operacionales de diseños experimentales tales como programación de sistemas, procesamientos de datos a interacción de variables. | g. Análisis |

NIVEL INTERMEDIA Y SUPERIOR

| Procesos científicos | Destrezas científicas Nivel <u>III 7mo-9no.</u> | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel <u>III 7mo-9no.</u> | Destrezas científicas Nivel <u>IV 10mo-12mo</u> | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel <u>IV 10mo-12mo.</u> |
|--------------------------|---|--|---|---|
| Formulación de hipótesis | d. Formular preguntas y establecer hipótesis sencillas que pueden probarse. | d. Solucionar problemas | f. Diferenciar entre hipótesis que deben probarse cualitativamente y aquellas que deben probarse en forma cuantitativa. | f. Evaluar |
| | e. Formular hipótesis que sugieran la variable que se controlará. | e. Solucionar problemas | | |
| Formulación de modelos | ch. Ampliar los modelos físicos o mentales para inducir fenómenos relacionados. | ch. Análisis | e. Formular modelos físicos que idealicen las condiciones observadas para minimizar las variaciones. | e. Análisis |
| | d. Modificar los modelos existentes para incluir observaciones nuevas. | d. Análisis | f. Diseñar pruebas para probar la credibilidad en un modelo existente. | f. Evaluar |
| Experimentación | | | g. Identificar las limitaciones de los modelos. | g. Evaluar |
| | ch. Describir los problemas que surgen al hacer las observaciones necesarias. | ch. Solucionar problemas. | f. Controlar las variables que no sean parte de las hipótesis que se prueba. | f. Solucionar problemas |
| | d. Identificar variables relevantes en una situación experimental. | d. Tomar decisiones | g. Identificar fuentes de error experimental. | g. Solucionar problemas |
| | e. Mantener récord exacto de los procedimientos experimentales y de los datos obtenidos durante los experimentos. | | h. Describir las limitaciones del equipo que se usa en el experimento. | h. Evaluar |
| | | | i. Describir las limitaciones del diseño experimental. | i. Evaluar |

NIVEL ELEMENTAL

| Procesos científicos | Destrezas científicas Nivel <u>I K-3ro.</u> | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel <u>K-3ro.</u> | Destrezas científicas Nivel <u>II 4to-6to.</u> | Destrezas genéricas de pensamiento Nivel <u>4to-6to.</u> |
|---------------------------------------|---|--|--|--|
| Medición | a. Determinar la magnitud de las propiedades de los objetos tales como la dimensión lineal, área, volumen, masa y peso mediante la utilización de unidades arbitrarias. | a. Observar | ch. Identificar formas físicas que puedan usarse para describir con precisión los fenómenos. | ch. Evaluar |
| | b. Usar instrumentos apropiados para medir la magnitud de las características de los objetos y de los fenómenos naturales. | b. Tomar decisiones | | |
| | c. Determinar la magnitud de las propiedades de los objetos mediante la utilización de unidades estándares. | c. Observar y recordar | | |
| Uso de relaciones de espacio y tiempo | a. Reconocer y utilizar formas comunes y bidimensionales. | a. Observar y recordar | e. Identificar cambios que se observen en la posición de un objeto con respecto al tiempo. | e. Observar y recordar |
| | b. Reconocer y utilizar formas comunes tridimensionales. | b. Observar y recordar | | |
| | c. Hacer diagramas para representar la disposición de objetos en el espacio. | c. Ordenar | f. Calcular la razón de cambio de la posición de un objeto con respecto al tiempo. | f. Solucionar problemas |
| | ch. Reconocer intervalos de tiempo cortos. | ch. Observar y recordar | | |
| | d. Describir la posición y el movimiento de un punto de referencia. | d. Inferir | | |

REFERENCIAS

- AAAS (1967). Science a process approach. Washington, D.C. : American association for the Advancement of Science.
- Departamento de Educación. (1992). Guía curricular del programa de ciencia. San Juan, Puerto Rico.
- Tobin, K. & Capie, W. (1981). Relationship between formal reasoning ability, locus of control, academic engagement and integrated process skills on achievement. Journal of Research in science Teaching, 19: 113-123.
- Walking, M. & Yeany, R.H. (1984). Effect of laboratory instruction emphasizing process skills on achievement of college students having different cognitive development levels, ED, p. 244-805.
- Yeany, R., Chin, Y.K. & Padilla, M. (1986). Analysing hierarchical relationships among model of cognitive reasoning and integrated science process skills, JRST, 3 (4): 277-291.