

# CONCEPCIONES *DE NATURALEZA DE LA CIENCIA* EN PROFESORES DE EDUCACIÓN BÁSICA<sup>1</sup>

Óscar Eugenio Tamayo A.<sup>2</sup>  
Carlos Arturo Sánchez B.<sup>3</sup>  
Olga Clemencia Buriticá A.<sup>4</sup>

## RESUMEN

Se investigaron las concepciones que sobre la *Naturaleza de la Ciencia* tiene un grupo de cincuenta profesores de educación básica de la ciudad de Manizales (Colombia). Se siguió un diseño de investigación mixto en el que el análisis cuantitativo no arrojó diferencias significativas entre los diferentes énfasis en cuanto al concepto de *Naturaleza de la Ciencia* en los profesores. El análisis cualitativo permitió dar sentidos y significados a las concepciones que sobre esta naturaleza tienen los profesores.

**PALABRAS CLAVE:** Concepciones, ciencia, profesores.

<sup>1</sup> Este artículo reporta algunos de los resultados de investigación del proyecto: “Los conceptos de *Naturaleza de la Ciencia* y Contenido Pedagógico del Conocimiento en la Didáctica de las Ciencias”, realizado en la Universidad de Caldas por Óscar Eugenio Tamayo Alzate, Francisco Javier Ruiz O., Carlos Arturo Sánchez., Olga Clemencia Buriticá A., Jairo Andrés Velásquez S. y Gloria Marcela Flórez Espinosa.

<sup>2</sup> Profesor Universidad de Caldas y Universidad Autónoma de Manizales. E-mail: oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

<sup>3</sup> Profesor Universidad de Caldas.

<sup>4</sup> Profesora Universidad de Caldas.

Recibido noviembre 26 del 2009, aprobado marzo 15 del 2010.

## THE ELEMENTARY SCHOOL TEACHERS' CONCEPTION OF *NATURE AND SCIENCE*

### ABSTRACT

The conception that a group of Elementary School teachers in Manizales (Colombia) have about *Nature and Science* were studied. A mixed research design was carried out in which the quantitative analysis did not show meaningful differences between the different emphases as far as the *Nature and Science* conception teachers had. The qualitative analysis permitted to give sense and meaning to the conception teachers have about this matter.

### KEY WORDS:

Conception, Science, teachers.

### INTRODUCCIÓN

El concepto *Naturaleza de la Ciencia* describe el trabajo científico en educación en ciencias y cómo la sociedad en sí misma dirige y reacciona frente a los desafíos científicos. Para la Educación en Ciencias, la expresión *Naturaleza de la Ciencia* se ubica conceptualmente en la intersección de diversos campos dentro de los que se destacan la historia y filosofía de la ciencia, la sociología de la ciencia y la psicología de la ciencia. Diferentes investigaciones recientes (Abd-El-Khalick, 2005; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Adúriz-Bravo et al. 2001; McComas, 1998; Mellado, 1999; Porlán, Rivero & Martín del Pozo, 1998) han explorado las ideas que los profesores tienen sobre la naturaleza de la ciencia, las cuales influyen en su desempeño en el salón de clase.

En la actualidad se observa un creciente acuerdo sobre el impacto positivo de la naturaleza de la ciencia sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dentro de los aspectos más destacables se encuentran la reducción de la ansiedad de los profesores frente a la enseñanza de temáticas como el origen de la vida y del universo, la evolución biológica, el azar y, en general, aquellas que exploran las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y desarrollo (relaciones C-T-S + D).

Dos aspectos finales son referidos a la importancia del conocimiento de la naturaleza de la ciencia, y están asociados de manera directa con el profesor y los modos de comunicar el conocimiento científico. En cuanto al primero, parece claro que los modelos de enseñanza empleados por los profesores responden a las creencias y supuestos que ellos tienen; en consecuencia, las formas de proceder en el aula, los juicios y las valoraciones son coherentes con estos modelos intuitivos de enseñanza. En cuanto al segundo, los diferentes lenguajes empleados para comunicar la ciencia influyen de manera determinante sobre los modelos de ciencia y de trabajo científico construidos por los estudiantes. Las diferentes formas de comunicar la ciencia pueden orientar visiones instrumentalistas, realistas o naturalistas sobre la naturaleza de la ciencia.

De otra parte, son importantes los vínculos establecidos entre el conocimiento de la naturaleza de la ciencia y la habilidad de los profesores para implementar modelos de evolución y cambio conceptual en el aula (Nersessian, 1992; Pozo, 1999; Tamayo, 2001). De igual manera, se ha demostrado la influencia de las ideas de los profesores en cuanto a la naturaleza de la ciencia sobre el conocimiento científico, pedagógico y curricular (Abell, Bryan, & Anderson, 1998). Con base en lo anterior, proponemos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los sentidos que los profesores de ciencias de la ciudad de Manizales dan al concepto de *Naturaleza de la Ciencia*?

### **El dominio de conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia**

Aceptar la importancia de enseñar ciencias conlleva necesariamente a pensar en cómo hacerlo. La enseñanza de las ciencias debe aportar en forma decidida a la apropiación crítica del conocimiento científico y a la generación de nuevas condiciones y mecanismos que promuevan la formación de nuevas actitudes hacia la ciencia y el conocimiento científico. Además de la importancia del aprendizaje de las ciencias, destacamos que su comprensión no es intuitiva, es más, muchos de los hallazgos de la ciencia son contrarios, o simplemente diferentes, de la comprensión que tenemos de ellos. Se requiere, entonces, ofrecer los escenarios adecuados y pertinentes para que los profesores de ciencias y sus estudiantes comprendan el funcionamiento de la ciencia.

En el diseño de estos nuevos escenarios juegan un papel central las reflexiones desde campos disciplinares diversos como: la historia y filosofía de la ciencia,

las ciencias cognitivas y la sociología de la ciencia, entre otras. El concepto de *Naturaleza de la Ciencia* se propone para describir el trabajo científico en educación en ciencias y cómo la sociedad en sí misma dirige y reacciona frente a los desafíos científicos. En tal sentido, ubicar la reflexión de la naturaleza de la ciencia en el aula de ciencias no pretende llevar la reflexión de orden epistemológico al aula, ni se interesa por el estudio del mundo natural en la forma en que el mundo es en sí mismo. Para la Educación en Ciencias la expresión *Naturaleza de la Ciencia* se ubica conceptualmente en la intersección de diversos campos dentro de los que se destacan la historia y filosofía de la ciencia, la sociología de la ciencia y la psicología de la ciencia.

Dadas las importantes preconcepciones tanto de estudiantes como de profesores acerca de la naturaleza de la ciencia y del impacto que estas tienen sobre su desempeño en los diferentes contextos en los que se desenvuelven, se justifica la inclusión de los estudios sociales de la ciencia en clases de ciencias. En este sentido se reconoce que la comprensión de la naturaleza de la ciencia es necesaria para que la gente dé sentido y se relacione con los productos de la ciencia y la tecnología, para que la gente participe en los procesos de toma de decisiones, para que se reconozca la ciencia como un producto de la cultura contemporánea, para comprender las normas de la comunidad científica y para apoyar los aprendizajes significativos en las aulas de ciencias.

Matthews (1994) plantea que las preguntas sobre la naturaleza de la ciencia son inherentes a muchos asuntos educativos, tales como: la ciencia multicultural, la controversia pública en la educación sobre las perspectivas evolutivas y creacionistas, las críticas feministas de la ciencia moderna y su sugerencia para la reforma de programas, el medio ambiente y la nueva era de la ciencia, y la idea de que el aprendizaje de las ciencias podría llevar no solo a una comprensión de su naturaleza, sino también a que los estudiantes empleen algunas de las potencialidades de la ciencia y el pensamiento asociado a ella en la resolución de problemas cotidianos.

El conocimiento de la naturaleza de la ciencia ayuda a los estudiantes en una mejor comprensión de los conocimientos científicos estudiados, en los cuales sea evidente una visión dinámica de la ciencia más que una visión estática. De igual manera, puede incrementar la sensibilidad de las personas frente a la ciencia y el desarrollo del conocimiento científico. Incorporar la naturaleza de la ciencia en los

procesos de enseñanza y aprendizaje humaniza la ciencia, pudiéndola convertir en una gran aventura en el aula de clase.

En la línea de pensamiento anterior, el conocimiento de la naturaleza de la ciencia es útil como agente desequilibrador, bien sea cognitivo o sociocognitivo, tanto para profesores de ciencias como para sus estudiantes. Esto lleva a otra polémica histórica en cuanto a si los procesos de aprendizaje se dan por el reemplazo de las ideas de los estudiantes o, por el contrario, se reconoce que en ellos hay construcción de significados relacionados con el mundo natural.

En el campo de la enseñanza de las ciencias es importante la comprensión de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, para facilitar el aprendizaje del contenido científico, para la comprensión de la ciencia y aumentar el interés por ella, para facilitar la toma de decisiones tecno-científicas y para producir cambios en la educación científica (McComas, Clough & Almazroa, 1998). En la primera mitad del siglo XX, el modelo predominante de ciencia estaba centrado en la epistemología, a partir de las propuestas del positivismo lógico del Círculo de Viena, que privilegiaba el método científico, para garantizar que el conocimiento teórico se había obtenido de manera rigurosa y experimental; la ciencia consistía en un “conjunto organizado y validado de conocimientos que explican cómo es el mundo en que vivimos” (Izquierdo, 2000: 39).

Este modelo fue descrito por Hempel (citado en Izquierdo, 2000) como la “concepción heredada”, y otros autores lo relacionan con la filosofía de la ciencia prekuhniiana (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Posteriormente, a partir de propuestas de filósofos como Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Stephen Toulmin y otros, se introdujo la concepción de ciencia como actividad humana y producto cultural, relacionada con factores externos como los sociales, económicos y políticos, que a su vez influyen en el desarrollo del conocimiento científico. Estudios provenientes de diversas disciplinas como la psicología, la sociología, la historia y la filosofía de la ciencia han enriquecido las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, dando origen a una nueva visión llamada “modelo contextual o pragmático” (Koulaidis & Ogborn, 1989, citado por Izquierdo, 2000).

No hay acuerdo sobre la definición y el contenido de la naturaleza de la ciencia; para McComas, Clough y Almazroa (1998: 4), se trata de “un campo fértil e híbrido, en el cual coinciden aspectos de varios estudios sociales de ciencia incluyendo la

historia, la sociología y la filosofía de la ciencia, combinados con la investigación de las ciencias cognitivas tales como la psicología, dentro de una enriquecedora descripción de qué es la ciencia, cómo se trabaja en ciencia, cómo operan los científicos como grupo social y cómo la sociedad por sí misma direcciona y reacciona a las labores científicas”, en resumen, qué es la ciencia y cómo funciona.

Una de las características de la naturaleza de la ciencia es su relación con la tecnología, la sociedad, el desarrollo y la innovación, reflejada en la posibilidad de tomar decisiones tecnocientíficas, basadas en los conocimientos aportados por la ciencia (Mattews, 1994; McComas, Clough & Almazroa, 1998; Acevedo et al., 2005). Lo anterior está inmerso en el campo de la tecnociencia, constituida por un “complejo científico-tecnológico para designar el conjunto de actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I), en las que ciencia y tecnología están intensamente imbricadas y se refuerzan mutuamente para conseguir un beneficio mutuo, tanto en sus procedimientos como en los resultados” (Latour, 1987, citado por Acevedo, 2005). En términos de Lee (2008:515), “el uso de la ciencia como una vía para mirar el conocimiento y resolver problemas humanos”.

Otra temática de interés vincula posibles relaciones establecidas entre el conocimiento de la naturaleza de la ciencia con quienes participan activamente en la planeación, ejecución y regulación de políticas en ciencia, tecnología y educación. La toma de decisiones políticas y presupuestales, soportadas en un amplio conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia, es vital para avanzar sobre los modelos tradicionales de ciencia y de enseñanza que aún continúan dominando. La investigación tuvo como propósito central caracterizar el conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia que tienen profesores de ciencias en la ciudad de Manizales.

## METODOLOGÍA

La investigación se inscribe dentro de un enfoque descriptivo mixto en el que se integran análisis cuantitativos y cualitativos. Dadas las características del estudio, se emplearán diferentes técnicas para la recolección de información dentro de las que se destacan la aplicación de cuestionarios de pregunta abierta y escenarios de discusión (Anexo 1). Para identificar las concepciones de los profesores se aplicaron dos conjuntos de instrumentos: en el primero, un instrumento cerrado, se exploró el pensamiento de los profesores desde los siguientes énfasis en cuanto

a *Naturaleza de la Ciencia*: teórico, empírico, anticientífico, cientifista, cultural y equilibrado, inspirados en los desarrollos de Cobern y Loving(1998).

De igual manera, se diseñaron diferentes escenarios frente a los cuales los profesores expresaban sus pensamientos en torno a diversas situaciones como: efecto invernadero y calentamiento global, proyecto Genoma Humano, y fumadores y cáncer. Para la realización del análisis cualitativo de la información se empleó el software ATLAS.ti. La integración de los análisis cuantitativos y cualitativos permitió una comprensión global de las concepciones que sobre la *Naturaleza de la Ciencia* tienen cincuenta profesores.

## ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La categoría *Naturaleza de la Ciencia* se presenta analizada en dos momentos. En el primero presentamos un acercamiento cuantitativo al estudio de la categoría mencionada. En este primer acercamiento describimos porcentualmente las respuestas de los profesores en torno a los seis enfoques epistemológicos orientadores del instrumento empleado para la recolección de la información. Este primer análisis descriptivo concluye con un análisis individual de cada uno de los profesores participantes en la investigación.

En el segundo análisis presentamos una descripción cualitativa del pensamiento de los profesores acerca de la categoría objeto de estudio. Este análisis cualitativo se realizó, en primer lugar, desde una perspectiva general y apoyados en las informaciones cualitativas elaboradas por los profesores en los instrumentos abiertos aplicados y, en segundo lugar, con un análisis en profundidad de las expresiones elaboradas por ellos a través del instrumento de los escenarios (ver anexos). Estos diferentes análisis aportaron a la modelización del pensamiento de los profesores sobre el concepto de *Naturaleza de la Ciencia*. A continuación nos referiremos a cada uno de los análisis antes mencionados.

### Énfasis teórico

A continuación se presenta la gráfica correspondiente a las diferentes preguntas que exploran el énfasis teórico en el pensamiento de los profesores:

Preguntas empleadas para explorar el énfasis teórico:

1. Las acciones de los científicos se basan en las predicciones de la teoría.
2. En la construcción de una teoría los científicos se esfuerzan por tener un cuerpo grande de observaciones que son refinadas continuamente por inferencias e hipótesis verificables.
3. Las teorías ayudan a los científicos a interpretar sus observaciones.
4. Los hechos no hablan por ellos mismos.
5. En general, los científicos planean las investigaciones trabajando a lo largo de líneas sugeridas por teorías, que a su vez están basadas en conocimientos anteriores.
6. Las teorías sirven para orientar las observaciones, es decir, las teorías nos dicen qué podemos ver.
7. Una teoría es una estructura lógica de hechos e hipótesis que intentan explicar conjuntos de fenómenos naturales y, por eso, pueden probarse en el mundo natural.
8. Para hacer buena ciencia se requieren buenas teorías.

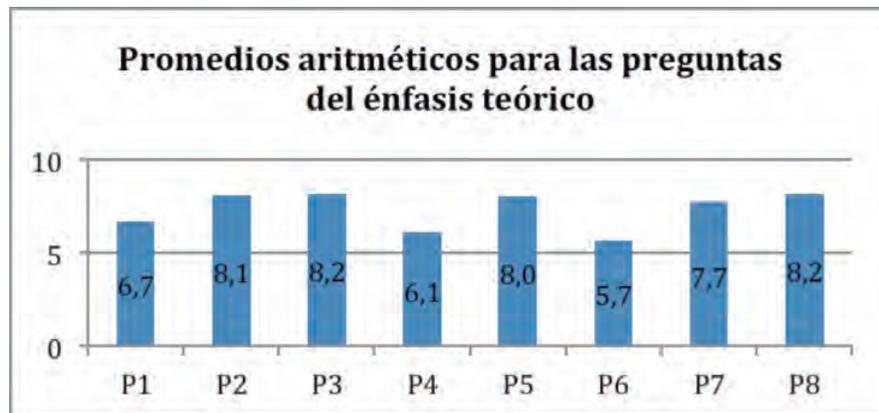


Figura 1. Promedios aritméticos para el énfasis teórico.

El análisis conjunto (Figura 1) de las respuestas de los profesores muestra acuerdo generalizado sobre la importancia de la teoría en la construcción de conocimiento científico. De manera particular, las preguntas 2, 3, 5 y 8 tienen promedios

superiores a 8,0, lo cual indica el alto grado de acuerdo con estas afirmaciones. En la afirmación 2: *En la construcción de una teoría los científicos se esfuerzan por tener un cuerpo grande de observaciones que son refinadas continuamente por inferencias e hipótesis verificables*, los profesores coinciden en la importancia de la observación en la construcción del conocimiento científico, observaciones que son depuradas a partir del continuo planteamiento y verificación de hipótesis. En la afirmación 3: *Las teorías ayudan a los científicos a interpretar sus observaciones*, los profesores coinciden en el papel de la teoría en el proceso de interpretar las distintas observaciones realizadas. En la afirmación 5: *En general, los científicos planean las investigaciones trabajando a lo largo de líneas sugeridas por teorías, que a su vez están basadas en conocimientos anteriores*, se destaca la teoría como iluminadora de los trabajos realizados por los científicos y, en este sentido, el importante papel de los desarrollos teóricos previos que se constituyen como determinantes para trabajos de investigación posteriores. En la afirmación 8: *Para hacer buena ciencia se requieren buenas teorías*, la coincidencia en el colectivo de profesores destaca como condición *sine qua non* de una buena ciencia una buena teoría.

Con estos acuerdos queda claro el papel asignado por los profesores a las teorías en la construcción del conocimiento científico. En todos los casos estas afirmaciones ubican la teoría en un momento previo a la investigación y su principal función es posibilitar la construcción de *buenos* productos de la ciencia. En esta línea de pensamiento primero está la teoría y luego vendrán las diferentes propuestas de investigación enmarcadas en los desarrollos teóricos que las posibilitan, las limitan y les dan sentido. Por lo tanto, la teoría existente es la que les da vida a los nuevos proyectos. Estos no existirían sin aquella.

En las cuatro afirmaciones anteriores el papel de la teoría es considerado positivo y benéfico. En todos los casos se destaca la teoría como fundamental en el desarrollo de nuevo conocimiento. Una mirada a las afirmaciones 1, 4 y 6 nos permite complementar el análisis en otros sentidos distintos a los ya realizados. En la afirmación 1: *Las acciones de los científicos se basan en las predicciones de la teoría*; en la afirmación 4: *Los hechos no hablan por ellos mismos*, y en la 6: *Las teorías sirven para orientar las observaciones, es decir, las teorías nos dicen qué podemos ver*, el acuerdo encontrado en el colectivo de profesores no es tan alto como en los señalados anteriormente.

Si bien las diferencias no son estadísticamente significativas, conviene destacar la menor importancia que asignan los profesores a la teoría como orientadora de lo que los investigadores pueden ver, de lo que ellos pueden observar. Las relaciones entre el anterior conjunto de afirmaciones y este, si bien se constituyen en torno al papel de la teoría en la construcción de conocimiento, difieren en cuanto a la confianza aparentemente desmedida en cuanto al papel de la teoría. Los profesores están de acuerdo con la función orientadora de la teoría y en las afirmaciones destinadas a identificar posibles alcances de esta en el proceso de investigación, y siguen mostrando su acuerdo en cuanto al papel orientador de la teoría. Es decir, los profesores no muestran su desacuerdo con la teoría en cuanto a que esta orienta las observaciones que los científicos realizan. Los encuestados, en apariencia, confían ciegamente en la teoría y no ponen en duda sus alcances.

En cuanto al énfasis empírico las preguntas realizadas a los profesores fueron:

1. La observación es fundamental para todas las ciencias.
2. Un científico no debe permitir que sus ideas preconcebidas influyan en la observación y en la experimentación.
3. Los científicos buscan convertir las posibles explicaciones en predicciones verificables debido a que consideran que una idea que no es verificable es inútil.
4. La observación y la experimentación cuidadosa nos informan acerca de los hechos sobre el mundo.
5. Un buen producto científico siempre parte de la observación.
6. La ciencia nunca es dogmática, siempre está sujeta a nuevas observaciones que le dan solidez a los diferentes hallazgos.
7. Una frase como “muchos científicos creen...” es poco adecuada porque los científicos deben partir de la evidencia.

El promedio obtenido para cada una de las preguntas antes mencionadas se presenta en la Figura 2.

Destacamos las afirmaciones 1, 5 y 6 en las cuales los profesores expresan un grado de acuerdo igual o superior a 8,0. En la pregunta 1: *La observación es fundamental para todas las ciencias*, en la pregunta 5: *Un buen producto científico siempre parte de la observación* y en la pregunta 6: *La ciencia nunca es dogmática, siempre está sujeta a nuevas observaciones que le dan solidez a los diferentes hallazgos*, la construcción de la ciencia descansa en el papel de la observación. Es la observación la actividad que, al parecer, da solidez a los diferentes desarrollos

científicos. Sin lugar a dudas, en el marco general de las ciencias de la naturaleza la observación es determinante para su avance.

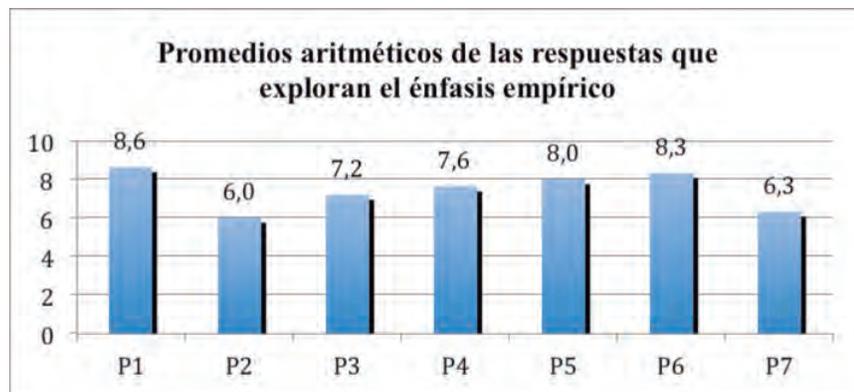


Figura 2. Promedios aritméticos de las respuestas que exploran el énfasis empírico.

La observación, como actividad mediada por los órganos de los sentidos, nos informa acerca del mundo y de los fenómenos que en él suceden. Aprehendemos la realidad a partir de nuestros sistemas sensoriales, a partir de los cuales construimos nuestras primeras imágenes, modelos mentales y, en general, nuestras primeras representaciones de lo que es el mundo. Sin embargo, se abre aquí una discusión importante en cuanto a las relaciones posibles de establecer entre la realidad y la representación que de ella podemos realizar.

En términos generales, quienes defienden la perspectiva teórica de que la realidad es internalizada por los sujetos tal como esta es, los antirrepresentacionistas, asumen que los órganos de los sentidos no informan de manera fidedigna acerca de los fenómenos que observamos, y que las elaboraciones de la corteza cerebral permiten construir imágenes especulares en el plano de la cognición, de lo que observamos en el plano externo. En esta perspectiva el sujeto no interpreta la realidad que observa, sino que la internaliza como esta se le presenta. Desde otra perspectiva teórica, quienes defienden la interpretación y la construcción de sentidos a partir de las experiencias sensoriales de los sujetos, los representacionistas, sostienen que los sujetos interpretamos las informaciones que nos ofrecen los órganos de los sentidos a partir de las experiencias que hemos construido a lo

largo de la vida, es decir, en la construcción de sentidos ponemos en juego toda nuestra intersubjetividad.

En el marco del pensamiento antirrepresentacionista las observaciones realizadas coinciden con las representaciones construidas, lo cual da poca o ninguna cabida a la pedagogía y la didáctica en el marco de la formación de los sujetos. Desde la perspectiva representacionista, dado que la historia, los intereses y las experiencias de los sujetos son determinantes en la construcción de representaciones acerca del mundo, todas aquellas acciones orientadas a la formación de los sujetos cobran importancia.

Si aprehendemos la realidad no como ella es, sino poniendo en juego toda nuestra subjetividad, tendremos que aprender a sospechar de lo que nos informan nuestros órganos de los sentidos. Es decir, no podemos confiar ciegamente en nuestras sensaciones, pues ellas nos informan sobre la apariencia externa de las cosas, no sobre sus esencias. Esto, en el plano de la investigación y de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, es determinante en la medida en que muchos fenómenos no se nos presentan como realmente son. Creer en la realidad como se nos presenta a los órganos de los sentidos nos ubica en una perspectiva realista ingenua (Chalmers, 1997), que se constituye en un obstáculo importante para la construcción del conocimiento científico (Bachelard, 1994), y puede evidenciarse en el acuerdo logrado en torno a la pregunta 4: *La observación y la experimentación cuidadosa nos informan acerca de los hechos sobre el mundo*, frente a la cual se obtuvo un promedio de 7,6.

El análisis general de las diferentes preguntas referidas al énfasis empírico arroja un promedio de acuerdo de 7,4, que nos informa sobre la tendencia empírica en el colectivo de maestros investigados.

### **Énfasis anticientífico**

Preguntas empleadas para explorar el énfasis anticientífico:

1. La ciencia siempre está cambiando y, por consiguiente, no es muy fiable.
2. En la construcción de una teoría los científicos se esfuerzan por tener un cuerpo grande de observaciones que son refinadas continuamente por inferencias e hipótesis verificables.
3. La principal motivación de los científicos es el reconocimiento de parte de otros científicos.
4. La mayoría de lo que los científicos hacen nunca tendrá valor práctico.

5. El dinero gastado en proyectos como los vuelos espaciales de la NASA debe ser mejor invertido, por ejemplo, en salud y en educación.
6. La ciencia destruye los valores y la moralidad, y desacredita la naturaleza única de hombres y mujeres.
7. La ciencia y la religión están básicamente en desacuerdo.

El promedio obtenido para cada una de las preguntas antes mencionadas se muestra en la Figura 3. El promedio general para las 7 preguntas que exploran este énfasis fue de 7,4. Las preguntas 1, 5 y 6 presentan los mayores acuerdos en cuanto al énfasis anticientífico. En la pregunta 1: *La ciencia siempre está cambiando y, por consiguiente, no es muy fiable*, los profesores reconocen que la construcción del conocimiento científico es un proceso dinámico que hace que sus resultados no sean muy fiables; estar de acuerdo con esta afirmación puede llevar a suponer que la poca fiabilidad de la ciencia, a la que hace referencia la pregunta, es inherente al propio trabajo científico, lo cual puede llevar a desconocer esta dinámica como una de las características centrales de la construcción del conocimiento científico que hoy se defiende con mayor fuerza. Esta *duda* en cuanto al papel de la ciencia, y los productos *poco fiables* que de ella se derivan, aporta a la caracterización del énfasis anticientífico, duda que se complementa con los acuerdos relativamente altos encontrados en el colectivo de profesores en torno a la conveniencia de la reorientación del gasto en ciencia y tecnología hacia asuntos de salud y educación y a ciertas inconformidades en cuanto a la transformación de los sistemas axiológicos como producto de los desarrollos en ciencia y tecnología.

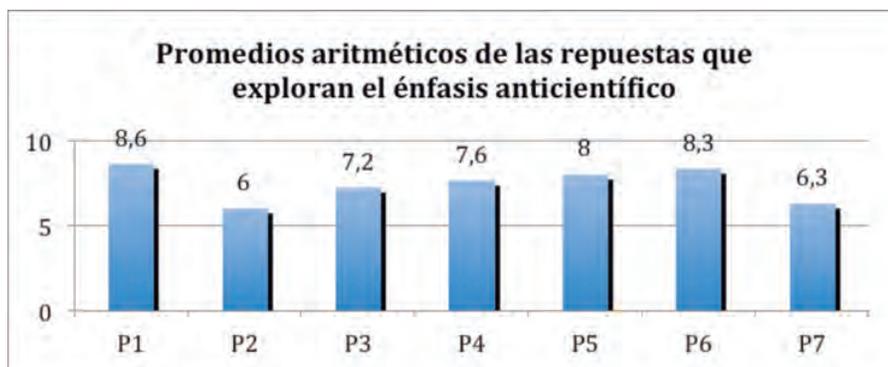


Figura 3. Promedios aritméticos de las repuestas que exploran el énfasis anticientífico.

En síntesis, desde la perspectiva de los profesores la poca fiabilidad de la ciencia, las motivaciones de los científicos centradas en su reconocimiento social, el poco valor práctico de su trabajo, la necesidad de reorientar el gasto en investigación y el impacto de la investigación en la transformación del sistema de valores de la sociedad hacen que en el colectivo investigado se presente esta tendencia anticientífica.

### Énfasis cientifista

Preguntas empleadas para explorar el énfasis cientifista:

1. El método científico debe seguirse en todas las áreas del conocimiento.
2. Los científicos e ingenieros son quienes deben tomar las decisiones en temas como los tipos de energía que debemos usar porque ellos conocen mejor los hechos.
3. La ciencia es la vía más importante para tener un conocimiento amplio sobre la humanidad.
4. El conocimiento de la ciencia es de mayor valor que cualquier otro tipo de conocimiento.
5. Solo la ciencia puede decirnos lo que es verdadero en el mundo.
6. El conocimiento de la ciencia siempre es objetivo y autorregulado.
7. El crédito por nuestro avanzado estilo de vida se debe a la ciencia y al progreso científico.

El promedio obtenido para cada una de las preguntas antes mencionadas se muestra en la Figura 4. El promedio general para las 7 preguntas del énfasis es de 6,6, lo cual nos indica una menor tendencia hacia el énfasis científico en el colectivo investigado.

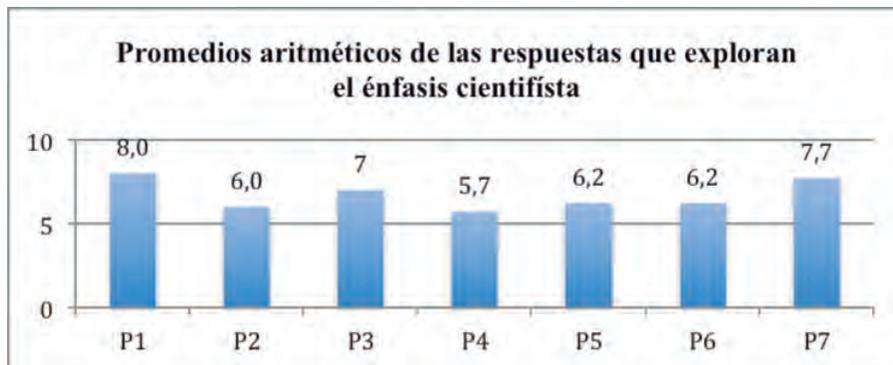


Figura 4. Promedios aritméticos de las respuestas que exploran el énfasis cientifista.

La pregunta 1: *El método científico debe seguirse en todas las áreas del conocimiento*, fue contestada por los profesores con un grado de acuerdo alto (8,0), lo cual indica la confianza que ellos tienen en el seguimiento de este conjunto de pasos en el proceso de realizar una investigación. En el colectivo investigado, en su conjunto, no se reconoce la posibilidad de aplicar diferentes metodologías de investigación según los distintos campos en los cuales esta se realice. El marcado énfasis en el método científico se vincula con el reconocimiento importante de la incidencia de la ciencia en la calidad de vida de las personas, explorada en la pregunta 7, y en la cual el grado de acuerdo de los encuestados fue alto. No obstante el relativamente bajo puntaje promedio de las respuestas a la pregunta 4, es importante destacar cierta relatividad en cuanto a la preponderancia del conocimiento científico sobre otros tipos de conocimientos.

### Énfasis cultural

Preguntas empleadas para explorar el énfasis cultural:

1. La financiación influye en las decisiones sobre los hechos que se van a investigar.
2. La empresa científica se sitúa en las escenas históricas, políticas, culturales y sociales específicas; así, las preguntas científicas, métodos y resultados varían según el tiempo, lugar y propósito.
3. El predominio de los hombres en las ciencias ha marcado las tendencias y las delimitaciones de los problemas científicos. Este prejuicio masculino es, además, un factor en la baja representación de las mujeres en la ciencia.
4. Los hechos científicos son construcciones de la comunidad académica elaboradas a través de negociaciones sociales.
5. Los científicos al interior de un grupo de investigación tienden a ver las cosas como les gusta, incluso los grupos de científicos pueden tener problemas para ser completamente objetivos.
6. Los primeros egipcios y los griegos, chinos, hindúes y las culturas árabes son responsables de muchas ideas científicas y matemáticas, así como de invenciones tecnológicas.
7. Hasta hace poco, debido a las restricciones en su educación y las oportunidades del empleo, a algunas minorías raciales se les marginó esencialmente del trabajo científico. Era evidente que si alguna lograba superar estos obstáculos, no era probablemente tenido en cuenta debido a su raza.

El promedio obtenido para cada una de las preguntas antes mencionadas se muestra en la Figura 5. El promedio general para las 7 preguntas que exploran este énfasis fue de 5,9. Llama la atención en este énfasis la mayor variabilidad en las respuestas de los profesores. Los profesores muestran su acuerdo alto con los

aportes de otras culturas a los desarrollos de la ciencia y la tecnología y sobre la incidencia de la financiación en los productos de investigación, con la influencia de aspectos históricos y políticos en las elaboraciones científicas. Sin embargo, muestran su desacuerdo con que *los hechos científicos son construcciones de la comunidad académica elaboradas a través de negociaciones sociales* (Pregunta 3). Este aspecto, determinante hoy en el trabajo científico, parece no ser reconocido por los profesores investigados. La ciencia, como una empresa histórica, y, en general, los fuertes vínculos existentes en la actualidad sobre los procesos y productos de la ciencia y las formas del trabajo científico parecen no ser reconocidos por el colectivo de profesores.

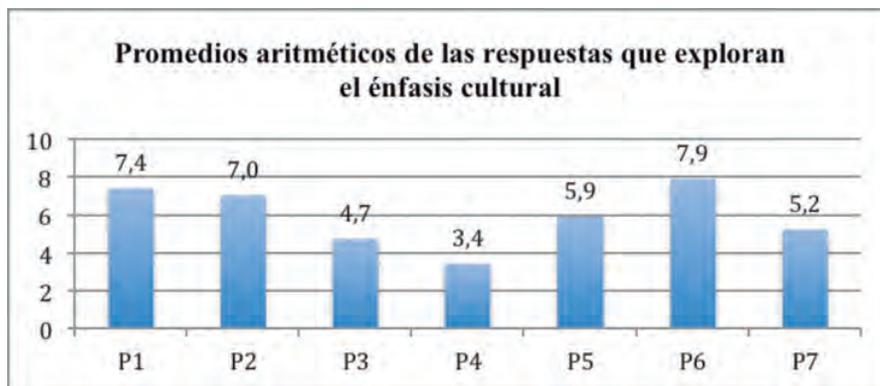


Figura 5. Promedios aritméticos de las respuestas que exploran el énfasis cultural.

La filosofía prekuhniiana de la ciencia estuvo determinada por los trabajos del empirismo lógico, que propuso la distinción entre el *contexto de descubrimiento* y el *contexto de justificación* y focalizó su énfasis en el segundo. Desde esta perspectiva prekuhniiana, el interés se centraba en desarrollar una normativa lógica que diera cuenta de las justificaciones científicas más que de justificaciones descriptivas de cómo los científicos trabajan realmente. Con ellos se logró la consolidación de un enfoque *internalista* que dominó la historia de la ciencia en la primera mitad del siglo XX, caracterizado, entre otros aspectos, por el descuido indudable del contexto en el cual tales ideas se desarrollaron.

El enfoque paradigmático y revolucionario de Kuhn marcó un cambio importante en filósofos e historiadores de la ciencia, quienes desplazaron el énfasis del contexto de justificación al contexto de descubrimiento. Una cantidad de factores que fueron considerados por empiristas como *irracionales* o *externos* a la ciencia fueron tenidos en cuenta. El enfoque de Kuhn generó mucha controversia dentro de los filósofos; de una parte, fue adoptado y aplicado en los *programas* y *tradiciones* de investigación (Lakatos, 1989; Laudan, 1977). De otra parte, fue criticado por introducir toda suerte de relativismos e irracionalidades para dar cuenta del desarrollo del conocimiento científico. La señalada insatisfacción con la perspectiva kuhniana está presente en los trabajos posteriores del empirismo lógico (Giere, 1992, por ejemplo, los trabajos de Bas van Fraassen en cuanto al empirismo constructivista. Se puede decir que un aspecto central de la filosofía postkuhniana fue una preocupación por reconciliar la ciencia con la práctica científica.

De alguna manera, el desconocimiento de la influencia de aspectos sociales en el desempeño de los científicos ubica a los maestros de nuestra investigación en una perspectiva prekuhniana; los sitúa en aquella perspectiva lógica de la cual se derivan los diferentes hallazgos científicos; los ubica más del lado del contexto de justificación que del descubrimiento con el consecuente desconocimiento del influjo social sobre el actuar de los investigadores.

### Énfasis equilibrado

El promedio obtenido para cada una de las preguntas antes mencionadas se muestra en la Figura 6. El promedio general para las 7 preguntas que exploran este énfasis fue de 7,5.

Preguntas empleadas para explorar el énfasis equilibrado:

1. La ciencia es uno de los caminos para conocer y entender la naturaleza del mundo, sin embargo, algunos asuntos no pueden comprenderse desde la ciencia.
2. La ciencia lleva a generalizaciones basadas en observaciones o teorías.
3. La ciencia siempre se orienta a la verificación, objetividad y consistencia.
4. Como en todas las tentativas de ciencias humanas, la subjetividad tiene influencias buenas y malas.
5. La ciencia construye y refina sus conclusiones sobre los desarrollos anteriores, pero se debe reconocer que el trabajo científico no produce saberes infalibles.
6. El progreso científico ha hecho posible algunas de las mejores y de las peores cosas en la vida.

7. La teoría y la observación actúan recíprocamente. Cada una contribuye a la otra: sin la teoría la observación está vacía y la observación sin la teoría es ciega.

Sin lugar a dudas, frente a los otros énfasis analizados este es el que presenta menos dispersión en las respuestas de los profesores. Se reconoce la ciencia como uno de los caminos para conocer la naturaleza, en el cual juega un papel importante la subjetividad. Asimismo, se reconoce la importancia del trabajo sobre las tradiciones históricas en cada uno de los campos y el papel de la ciencia tanto en el beneficio de la humanidad como en el deterioro de condiciones naturales, sociales y culturales. De igual manera, se reconoce la mutua influencia entre las observaciones y las teorías en la construcción del conocimiento científico.

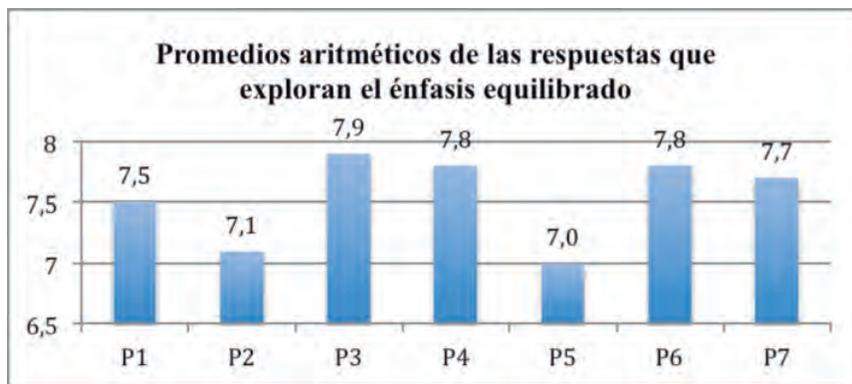


Figura 6. Promedios aritméticos de las respuestas que exploran el énfasis equilibrado.

Una vez realizado este recorrido general por cada uno de los seis énfasis en cuanto a la categoría *Naturaleza de la Ciencia*, pasaremos a realizar el análisis del conjunto de respuestas dadas por cada uno de los sujetos al instrumento uno. Con este análisis pretendemos caracterizar algunas tipologías de profesores en cuanto a la categoría estudiada, ya no en perspectiva general, sino centrada en cada profesor. Para ello nos referiremos a las 43 preguntas contenidas en el instrumento uno (Anexo 1) representadas en figuras circulares que muestran de manera global el pensamiento de los profesores sobre los seis énfasis antes discutidos.

El 11% de los profesores estuvo de acuerdo con 5 ó 6 de los énfasis presentados, mientras el 25% de los profesores mostró su desacuerdo con todos los énfasis explorados. La siguiente figura representa el pensamiento del profesor 4 sobre los seis énfasis en cuanto al concepto *Naturaleza de la Ciencia*. En este caso el profesor muestra su acuerdo con la gran mayoría de las afirmaciones presentadas en el instrumento, así estas se dirijan a perspectivas epistemológicas marcadamente diferentes (Figura 7). El profesor en mención está de acuerdo tanto con afirmaciones científicas como culturales, teóricas, inductivas, anticientíficas y empíricas. En este caso no se identifica predilección en el profesor por ubicarse teóricamente en alguna o algunas tendencias epistemológicas enmarcadas en las afirmaciones presentadas a través del instrumento 1 (Anexo 1).

No diferenciar de manera intencionada y consciente entre las diferentes tendencias exploradas podría llevarnos a ciertos excesos en los cuales cualquier perspectiva epistémica tendría validez. En este caso cabe la afirmación de la ausencia de modelos conceptuales estructurados en el campo de la epistemología.

Profesor 4

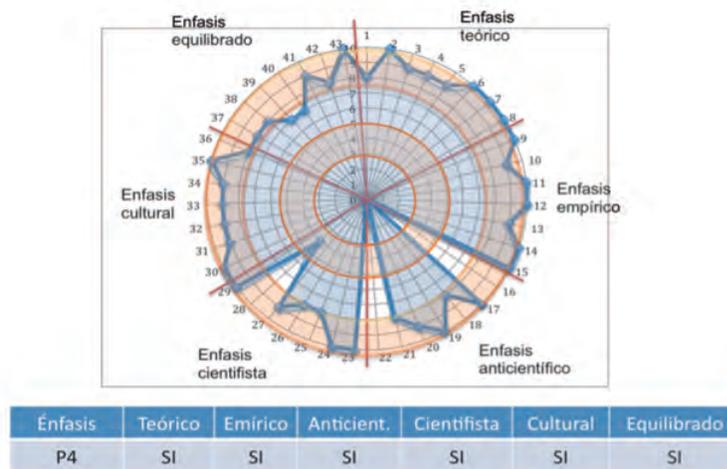


Figura 7. Modelo conceptual del profesor 4 en el que se muestra la poca diferenciación que él establece sobre los diferentes énfasis acerca de la Naturaleza de la Ciencia.

En contraposición a lo mencionado por el profesor 4, vemos también la posibilidad de encontrar respuestas de los profesores en las que muestran su desacuerdo a toda afirmación presentada, tal es el caso del profesor 20. Aquí vemos el desacuerdo del profesor sobre un número importante de las afirmaciones realizadas. No es posible decir que el profesor comparte cierto conjunto de afirmaciones al interior de un énfasis investigativo determinado, por ejemplo el empírico, el cultural o el cientista (Figura 8). Es de recordar que los análisis a los cuales nos referimos se realizan con base en el conjunto de afirmaciones que exploran cada uno de los diferentes énfasis investigativos, es decir, en el análisis global no se identifica acuerdo sobre la tendencia como un todo. Sin embargo, los profesores sí reconocen acuerdos sobre afirmaciones puntuales pertenecientes a diferentes énfasis, como se evidencia en la figura siguiente, en la que, a manera de ilustración, el profesor está completamente de acuerdo con lo expresado en las afirmaciones 8, 14, 23, 24, 31, 35, 38, 39 y 43; afirmaciones enmarcadas en énfasis diferentes. En síntesis, a diferencia del caso anterior, el profesor 20 se identifica con algunos de las afirmaciones características de los diferentes enfoques explorados, aunque no muestra una tendencia definida hacia alguno o algunos de los enfoques explorados.

#### Profesor 20

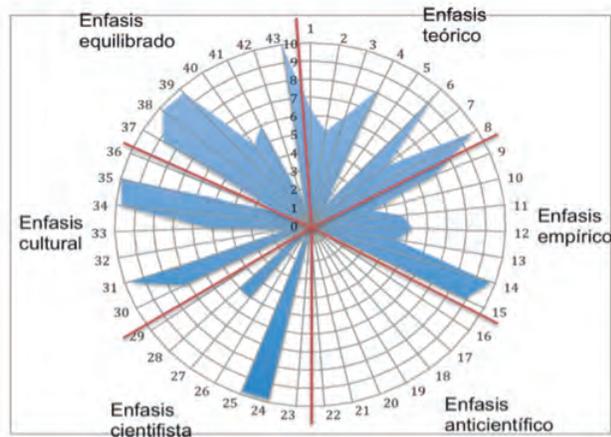


Figura 8: Modelo conceptual del profesor 8, en el que se muestra el desacuerdo del profesor con la mayoría de las afirmaciones propuestas para cada uno de los énfasis acerca de la Naturaleza de la Ciencia investigados.

Si bien los casos de los profesores 4 y 20 muestran con claridad diferentes inclinaciones en cuanto a los seis énfasis investigados, es claro que las tendencias por ellos expresadas son muy diferentes. Mientras el profesor 4 está de acuerdo con todos los énfasis, el profesor 20 está globalmente en desacuerdo con ellos. Estos hallazgos nos pueden llevar a diferentes hipótesis sobre el pensamiento de los profesores acerca de la categoría ciencia, las cuales enunciaremos a continuación.

1. Indiferenciación de principios epistemológicos provenientes de distintas tradiciones investigativas. Bajo esta hipótesis, el desempeño epistemológico del profesor vendría determinado por la aceptación indiscriminada y posiblemente sincrética de un conjunto muy amplio de afirmaciones de naturaleza epistémica diferente.
2. La imagen especular en negativo del numeral anterior la encontramos en aquellas formas de pensamiento en las cuales se observan desacuerdos generalizados frente a todos los énfasis investigados; es decir, el profesor que está en desacuerdo con los seis énfasis investigados.

Estar de acuerdo o en desacuerdo con toda perspectiva epistemológica presentada, sin lugar a dudas genera más interrogantes que claridades. ¿Tienen los profesores que muestran estos desempeños conciencia sobre sus *lugares* epistemológicos? ¿Los profesores asumen de manera intencionada su completo acuerdo o desacuerdo con las diferentes tendencias epistemológicas exploradas? En el contexto de la enseñanza de las ciencias, ¿qué riesgos conlleva asumir alguna de las perspectivas descritas? ¿Cuál de las dos formas de pensar y de relacionarse con la ciencia es más fructífera? ¿Coexisten los diferentes énfasis investigativos en las formas de pensar de los profesores?

Si bien el número de combinaciones posibles entre los seis énfasis explorados es alto, llamamos la atención de una en particular: aquella en la que los profesores están de acuerdo con tres de los énfasis y en desacuerdo con los otros tres, representada por el 19% de los profesores (Figura 9). Lo importante en este caso es la coincidencia de los profesores, en todos los casos, con los énfasis teórico, empírico y equilibrado, tal como se evidencia en la Figura 6.

Los profesores 22, 27, 29, 32 y 36 mostraron desempeños similares a los presentados en las figuras anteriores correspondientes a los profesores 6 y 19. Esto nos lleva a reconocer de manera hipotética cierta coincidencia de tres énfasis: el teórico, el

empírico y el equilibrado en el pensamiento de los profesores, lo cual puede perfilar cierto modelo de pensamiento de los profesores, modelo en el cual identifican con claridad cierta cercanía conceptual entre los tres énfasis mencionados.

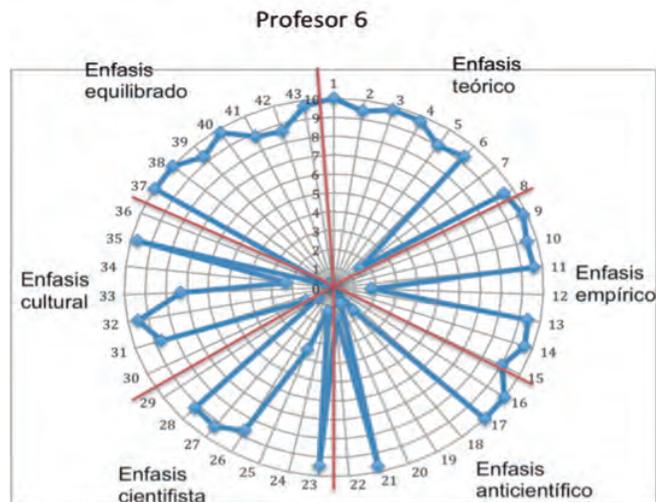


Figura 9. Tendencia encontrada en el 19% de los profesores investigados en la que confluyen el acuerdo sobre los énfasis equilibrado, teórico y empírico.

Las respuestas de los otros profesores se enmarcan en distintos tipos de combinaciones que no llevan a encontrar regularidades como las antes mencionadas, lo cual se puede evidenciar en la tabla presentada a continuación:

| Énfasis | Teórico | Empírico | Anticientífico | Cientifista | Cultural | Equilibrado | Resumen       |
|---------|---------|----------|----------------|-------------|----------|-------------|---------------|
| P1      | SÍ      | SÍ       | SÍ             | NO          | SÍ       | SÍ          | TEA-CiCuEq    |
| P2      | SÍ      | NO       | NO             | NO          | NO       | SÍ          | T-E-A-Ci-CuEq |
| P3      | NO      | NO       | NO             | NO          | NO       | NO          | -(T)          |
| P4      | SÍ      | SÍ       | SÍ             | SÍ          | SÍ       | SÍ          | +(T)          |

Concepciones de *naturaleza de la ciencia* en profesores de educación básica

|     |    |    |    |    |    |    |                |
|-----|----|----|----|----|----|----|----------------|
| P5  | SÍ | NO | NO | NO | NO | SÍ | T-E-A-Ci-CuE   |
| P6  | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | TE-A-Ci-CuEq   |
| P7  | SÍ | NO | NO | SÍ | SÍ | SÍ | T-E-ACiCuEq    |
| P8  | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | NO | TE-A-Ci-Cu-Eq  |
| P9  | NO | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | -TE-A-Ci-CuEq  |
| P10 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | -(T)           |
| P11 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | -(T)           |
| P12 | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | NO | TE-A-Ci-Cu-Eq  |
| P13 | NO | NO | NO | NO | NO | SÍ | -T-E-A-Ci-CuEq |
| P14 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | -(T)           |
| P15 | NO | NO | SÍ | NO | NO | SÍ | -T-E-A-Ci-CuEq |
| P16 | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | NO | TE-A-Ci-Cu-Eq  |
| P17 | NO | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | -TE-A-Ci-CuEq  |
| P18 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | -(T)           |
| P19 | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | TE-A-Ci-CuEq   |
| P20 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | -(T)           |
| P21 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | -(T)           |
| P22 | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | TE-A-Ci-CuEq   |
| P23 | SÍ | NO | NO | NO | NO | NO | T-E-A-Ci-Cu-Eq |
| P24 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | -(T)           |
| P25 | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | NO | TE-A-Ci-Cu-Eq  |
| P26 | SÍ | SÍ | NO | SÍ | NO | SÍ | TE-ACi-CuEq    |
| P27 | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | TE-A-Ci-CuEq   |
| P28 | SÍ | SÍ | SÍ | NO | SÍ | SÍ | TEA-CiCuEq     |
| P29 | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | TE-A-Ci-C-Eq   |
| P30 | NO | NO | NO | NO | NO | NO | -(T)           |

|     |    |    |    |    |    |    |               |
|-----|----|----|----|----|----|----|---------------|
| P31 | SÍ | SÍ | NO | SÍ | SI | SÍ | TE-ACiCuEq    |
| P32 | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | TE-A-Ci-CuEq  |
| P33 | SÍ | NO | NO | SÍ | SI | SÍ | T-E-ACiCuEq   |
| P34 | NO | SÍ | NO | SÍ | SI | SÍ | -TE-ACiCuEq   |
| P35 | SÍ | NO | NO | NO | SI | NO | T-E-A-CiCu-Eq |
| P36 | SÍ | NO | SÍ | NO | NO | SÍ | T-EA-Ci-CuEq  |

## CONCLUSIONES

El análisis estadístico de la información arrojada por el instrumento cerrado no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes énfasis. El análisis por *clusters* no permitió diferenciar conjuntos de preguntas que permitieran la caracterización de los diferentes énfasis en el grupo de profesores investigado. En el análisis cualitativo se observó que la dimensión *ética y valores* es la que más se relaciona con las otras, seguida por ciencia-política, ambiental y conceptual. Una vez más se demuestra cómo en términos generales, la búsqueda de mejorar la calidad de vida, el bienestar individual y colectivo, y los derechos a la salud y el trabajo, son primordiales al momento de responder los diferentes interrogantes, reflejo de las decisiones tecnocientíficas tomadas por los profesores en los diferentes escenarios.

Los diferentes análisis nos permitieron identificar tres modelos de pensamiento de los profesores en torno al concepto *Naturaleza de la Ciencia*:

1. Un primer modelo en el cual los profesores están de acuerdo con todas las vertientes epistemológicas.
2. Un segundo modelo en el cual los profesores están en desacuerdo con todas las vertientes epistemológicas.
3. Un tercer modelo en el cual los profesores integran componentes de los énfasis teórico, empírico y equilibrado.

No deja de llamar la atención el marcado desacuerdo de los profesores frente a los énfasis cultural, cientifista y anticientífico, como se evidencia en la Figura 10, en la

cual en cada uno de los seis ejes que la constituyen podemos identificar algunos aspectos interesantes que se pueden constituir en preguntas para investigaciones futuras. Tal es el caso del marcado desacuerdo con los énfasis cultural, cientifista y anticientífico y el relativo acuerdo con los énfasis equilibrado y teórico; la aparente contradicción en el grupo de profesores investigado entre los énfasis cientifista y anticientífista, lo cual nos lleva, de una parte, a reconsiderar el proceso de recolección de información, y de otra, a considerar la posibilidad antes mencionada de la coexistencia de modelos aparentemente contradictorios en el conjunto de profesores investigado.

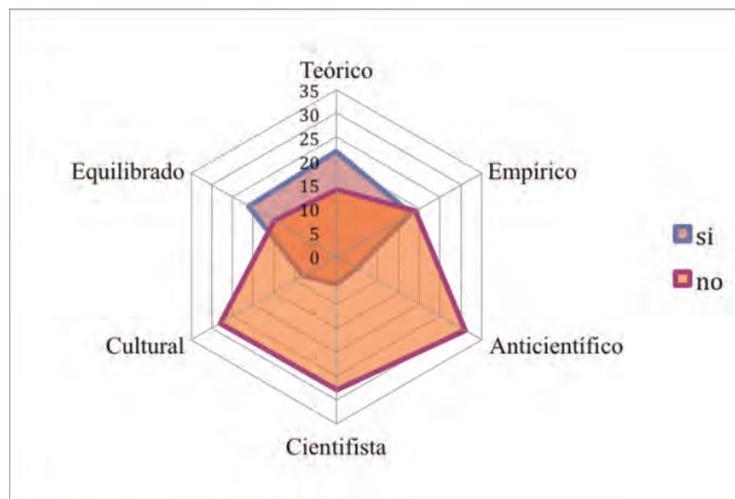


Figura 10. Representación de la distribución de respuestas de 35 profesores del total de los 50 investigados. Se destaca en la figura el marcado desacuerdo mostrado por los profesores en cuanto al énfasis cultural, cientifista y anticientífico (NO). De otra parte, se señala cierto acuerdo frente al énfasis equilibrado, teórico y empírico (SÍ).

## BIBLIOGRAFÍA

Abell, S.K., Bryan, L.A. & Anderson, M.A. (1998). "Investigating preservice elementary science teacher reflexive thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation". *Science education*, 82(4), 491-509.

Abd-El-khalick, F. & Lederman, N. (2000). "Improving Science Teacher's Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature". *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.

Adúriz-Bravo, A., Espinet, M., Salazar, I., Badillo, E., Mena, N., Tamayo, O. & Trujillo, J. (2001). *Ideas on the nature of science in prospective teachers for early childhood education*. In: Memories 25<sup>a</sup> ATEE annual conference. Barcelona.

Acevedo, J.A. & Acevedo, P. (2001). "Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria". *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-27. <http://www.rieoei.org/deloslectores/244Acevedo.PDF>

Acevedo, J.A., Vásquez, A., Martín, M., Oliva, J.M., Acevedo, P.; Paixao, M.F. & Monassero, M.A. (2005). "Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.

Alonso, T.J. (1997). *Motivar para el aprendizaje*. Barcelona: Edebe.

Bachelard, G. (1994). *La Formación del Espíritu Científico*. México: Siglo XXI.

Bell, R.L. & Lederman, N.G. (2003). Understanding of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, Mass: MIT Press.

Carey, S. (1992). *Cognitive Models of Science*. Minneapolis: Universidad de Minnesota Press.

Cajas, (1999). "Public understanding of science: using technology to enhance school science in everyday life". *International Journal of Science Education*, 21(7), 765-773.

Casado, A. & Begoña, S. (2008). *De los principios a los valores*. Recuperado de URL: [http://www.jano.es/jano/humanidades/medicas/antonio/casado/da/rocha/begona/simon/cortadi/principios/valores/\\_f-303+iditem-2803+idtabla-4](http://www.jano.es/jano/humanidades/medicas/antonio/casado/da/rocha/begona/simon/cortadi/principios/valores/_f-303+iditem-2803+idtabla-4) [Consultado el 26 de mayo de 2008].

Chalmers, A. F. (1997). *Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La pensée sauvage.

Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Argentina: Aique.

Chi, M. (1992). "Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science". In: R.N. Giere (ed.), *Cognitive Models of Science*. Minneapolis: Universidad de Minnesota Press.

Claxton, G. (1984). *Vivir y aprender*. Alianza: Madrid.

Cobern, W.W. & Loving, C.C. (1998). "The Card Exchange: Introducing The Philosophy of Science".

In: W.F. McComas (ed.), *The Nature of Science in Science Education* (pp. 73-82). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Cross, R.T. (1999). "The public understanding of science: implications for education". *International Journal of Science Education*, 21(7), 699-702.

Duschl, R. (1995). "Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual". *Enseñanza de las ciencias*, 13(1), 3-14.

Fensham & Harlem. (1999). "School science and public understanding of science". *International Journal of Science Education*, 21(7), 755-763.

Flórez, O.R. (1994). *Hacia una pedagogía del conocimiento*. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.

Gess-Newsome, J. (1999). "Pedagogical content knowledge. An introduction". In: J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (eds.), *Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Giordan, A. & Vicchi, G. de. (1995). *Los Orígenes del Saber. De las Concepciones personales a los Conceptos Científicos*. Sevilla: Diada Editores.

Giordan, A., Raichuarg-Jean, M.D., Gagliardi, R. & Canay, A. (1988). *Conceptos de Biología*. Barcelona: Labor.

Izquierdo, M. (2000). "Fundamentos epistemológicos". En: F.J. Perales & P. Cañal, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 35-64). Alcoy, España: Marfil.

Jiménez-Alexandre, M. P. (2001). Modelos didácticos. En: P.F.J. Perales & P. Cañal (Dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy, España: Marfil.

Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity. A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.

Kuhn, D. (1989). "Children and adults as intuitive scientists". *Psychological Review*, 96, 674-689.

Kuhn, D., Amsel, E. & O'Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. San Diego, CA: Academic Press.

Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.

Laudan, L. (1977). *Progress and Its Problems, Towards a Theory of Scientific Growth*, Berkeley University of California Press, USA.

Lee, Y.C. (2008). "Exploring the Roles and Nature of Science: A case study of severe acute respiratory syndrome". *International Journal of Science Education*, 30(4), 515-541.

Manson, L. (1994). "Cognitive and metacognitive aspects in conceptual change by analogy". *Instructional Science*, 22(3), 157-187.

Magnusson S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). "Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching". In: J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (eds.), *Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

Mattews, M. (1994). *Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science*. Londres: Routledge.

McComas, W. (1998). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W. & Olson, J.K. (1998). "The Nature of Science in International Science Education Standards Documents". In: W.F. McComas (ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W.F., Clough, M.P. & Almazroa, H. (1998). "The Role and Character of the Nature of Science in Science Education". In: W.F. McComas (ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. (pp. 3-39). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Matthews. M. (1994). *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. New York/London: Routledge.

Mellado, V. (1999). "La investigación sobre la formación del profesorado de Ciencias Experimentales". En: C. Martínez & S. García (eds.), *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*. (pp. 45-76). Universidade da Coruña: Servicio de Publicaciones Universidade.

Nersessian, N. (1992). "How do scientist think? Capturing the dynamics of conceptual change in science". In: R. Giere (ed.), *Cognitive models in science*. (pp 3-44). Menneapolis: University of Minnesota Press.

Nussbaum, J. (1989). *Classroom conceptual change: philosophical perspectives*. *International Journal of Science Education*, 11, 530-540.

Patronis, Potari & Spiliyopoulos. (1999). " Student's argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching". *International Journal of Science Education*, 21(7), 745-754.

Porlán A.R., Rivero, G.A. & Martín del Pozo, R. (1998). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones". *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), 271-288.

Pozo, J.I., Gómez, C.M., Limón, M. & Sanz, S.A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: CIDE.

Pozo, J.I. (1999). "Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: Del cambio conceptual a la integración jerárquica". *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. Junio.

Shulman, L.S. (1986). "Those who understand: knowledge growth in teaching". *Educational researcher*, 15(2), 4-14.

Tamayo A. O. (2001). *Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Tamayo, O. E. & Orrego, M. (2005). "Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en ciencias". *Educación y Pedagogía*, 13(43), 13-25.

Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton University press.

Vos & Reiding. (1999). "Public understanding of science as a separate subject in secondary school in the Netherlands". *International Journal of Science Education*, 21(7), 711-719.

Tuzun, O. Y. y Topcu, M. S. (2008). "Relationships among Preservice Science Teachers' Epistemological Beliefs, Epistemological World Views, and Self-efficacy Beliefs". *International Journal of Science Education*, 30(1), 65-85.

Vosniadou, S. (1994). "Capturing and modeling the process of conceptual change". *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

ANEXO 1  
INSTRUMENTOS

UNIVERSIDAD DE CALDAS  
Grupos de investigación  
Cognición y Educación  
Maestros y Contextos

Proyecto de investigación

Pensamiento del profesorado acerca de *Naturaleza de la Ciencia*

Estimado docente: Las siguientes preguntas tienen como objetivo recoger información acerca de los conocimientos que hacen parte del quehacer docente; por tal razón, solicitamos su valiosa colaboración.

Nombre: \_\_\_\_\_

Institución educativa: \_\_\_\_\_

1.- Lea cuidadosamente las siguientes afirmaciones y sobre la línea que acompaña a cada una de estas ubique su grado de acuerdo o de desacuerdo. Tenga en cuenta que CD corresponde a Completamente en Desacuerdo y CA corresponde a Completamente de Acuerdo.

| No. | Afirmación   |
|-----|--|
| 1   | Las acciones de los científicos se basan en las predicciones de la teoría.<br>CD  -----  CA  |
| 2   | En la construcción de una teoría los científicos se esfuerzan por tener un cuerpo grande de observaciones que son refinadas continuamente por inferencias e hipótesis verificables.<br>CD  -----  CA |
| 3   | Las teorías ayudan a los científicos a interpretar sus observaciones.<br>CD  -----  CA   |
| 4   | Los hechos no hablan por ellos mismos.<br>CD  -----  CA  |
| 5   | En general, los científicos planean las investigaciones trabajando a lo largo de líneas sugeridas por teorías, que a su vez están basadas en conocimientos anteriores.<br>CD  -----  CA              |
| 6   | Las teorías sirven para orientar las observaciones, es decir, las teorías nos dicen qué podemos ver.<br>CD  -----  CA  |

|    |   |    |    |
|----|---|----|----|
| 7  | Una teoría es una estructura lógica de hechos e hipótesis que intentan explicar conjuntos de fenómenos naturales y, por eso, pueden probarse en el mundo natural. | CD | CA |
| 8  | Para hacer buena ciencia se requieren buenas teorías.   | CD | CA |
| 9  | La observación es fundamental para todas las ciencias.  | CD | CA |
| 10 | Un científico no debe permitir que sus ideas preconcebidas influyan en la observación y en la experimentación.  | CD | CA |
| 11 | Los científicos buscan convertir las posibles explicaciones en predicciones verificables debido a que consideran que una idea que no es verificable es inútil.    | CD | CA |
| 12 | La observación y la experimentación cuidadosa nos informan acerca de los hechos sobre el mundo.   | CD | CA |
| 13 | Un buen producto científico siempre parte de la observación.  | CD | CA |
| 14 | La ciencia no es dogmática, siempre está sujeta a nuevas observaciones que le dan solidez a los diferentes hallazgos.   | CD | CA |
| 15 | Una frase como: "Muchos científicos creen... es poco adecuada porque los científicos deben partir de la evidencia.  | CD | CA |
| 16 | La ciencia siempre está cambiando y, por consiguiente, no es muy fiable.  | CD | CA |
| 17 | Los científicos deben responder por los daños que sus descubrimientos han causado, por ejemplo, contaminación, armas nucleares.                                   | CD | CA |
| 18 | La principal motivación de los científicos es el reconocimiento de parte de otros científicos.  | CD | CA |
| 19 | La mayoría de lo que los científicos hacen nunca tendrá valor práctico.   | CD | CA |
| 20 | El dinero gastado en proyectos como los vuelos espaciales de la NASA, deben ser mejor invertidos, por ejemplo, en salud y en educación.                           | CD | CA |
| 21 | La ciencia destruye los valores y la moralidad, y desacredita la naturaleza única de hombres y mujeres.   | CD | CA |
| 22 | La ciencia y la religión están básicamente en desacuerdo.   | CD | CA |

|    |   |    |  |    |
|----|---|----|--|----|
| 23 | El método científico debe seguirse en todas las áreas del conocimiento.   | CD |  | CA |
| 24 | Los científicos e ingenieros son quienes deben tomar las decisiones en temas como los tipos de energía que debemos usar porque ellos conocen mejor los hechos.  | CD |  | CA |
| 25 | La ciencia es la vía más importante para tener un conocimiento amplio sobre la humanidad.   | CD |  | CA |
| 26 | El conocimiento de la ciencia es de mayor valor que cualquier otro tipo de conocimiento.  | CD |  | CA |
| 27 | Solo la ciencia puede decirnos lo que es verdadero en el mundo.   | CD |  | CA |
| 28 | El conocimiento de la ciencia siempre es objetivo y autorregulado.  |    |  |    |
|    |   | CD |  | CA |
| 29 | El crédito por nuestro avanzado estilo de vida se debe a la ciencia y al progreso científico.   | CD |  | CA |
| 30 | La financiación influye en las decisiones sobre los hechos que se van a investigar.   | CD |  | CA |
| 31 | La empresa científica se sitúa en las escenas históricas, políticas, culturales y sociales específicas; así, las preguntas científicas, métodos y resultados varían según el tiempo, lugar y propósito.   | CD |  | CA |
| 32 | El predominio de los hombres en las ciencias ha marcado las tendencias y las delimitaciones de los problemas científicos. Este prejuicio masculino es, además, un factor en la baja representación de las mujeres en la ciencia.  | CD |  | CA |
| 33 | Los hechos científicos son construcciones de la comunidad académica elaboradas a través de negociaciones sociales. La naturaleza no tiene nada que decir en su propio nombre.   | CD |  | CA |
| 34 | Los científicos al interior de un grupo de investigación tienden a ver las cosas como les gusta, incluso los grupos de científicos pueden tener problemas para ser completamente objetivos.   | CD |  | CA |
| 35 | Los primeros egipcios, los griegos, chinos, hindúes y las culturas árabes son responsables de muchas ideas científicas y matemáticas y de invenciones tecnológicas.   | CD |  | CA |
| 36 | Hasta hace poco, debido a las restricciones en su educación y las oportunidades del empleo, a algunas minorías raciales se las marginó esencialmente del trabajo científico. Era evidente que si alguna lograba superar estos obstáculos, no era probablemente tenida en cuenta debido a su raza. | CD |  | CA |
| 37 | La ciencia es uno de los caminos para conocer y entender la naturaleza del mundo; sin embargo, algunos asuntos no pueden comprenderse desde la ciencia.   | CD |  | CA |
| 38 | La ciencia lleva a generalizaciones basadas en observaciones o teorías.   | CD |  | CA |

|    |   |    |  |    |
|----|---|----|--|----|
| 39 | La ciencia siempre se orienta a la verificación, objetividad y consistencia.  | CD |  | CA |
| 40 | La ciencia, como todas las actividades humanas, está sujeta a influencias buenas y malas.   | CD |  | CA |
| 41 | La ciencia construye y refina sus conclusiones sobre los desarrollos anteriores, pero se debe reconocer que el trabajo científico no produce saberes infalibles.  | CD |  | CA |
|    |   | CD |  | CA |
| 42 | El progreso científico ha hecho posible algunas de las mejores y de las peores cosas en la vida.  | CD |  | CA |
| 43 | La teoría y la observación actúan recíprocamente. Cada una contribuye a la otra: sin la teoría la observación está vacía y la observación sin la teoría es ciega. | CD |  | CA |

UNIVERSIDAD DE CALDAS  
Grupos de investigación  
Cognición y Educación  
Maestros y Contextos

Proyecto de investigación

Pensamiento del profesorado acerca de *Naturaleza de la Ciencia*

Nombre: \_\_\_\_\_

Institución educativa: \_\_\_\_\_

### Parte 1

Lea cuidadosamente los siguientes escenarios y responda las preguntas que se realizan posteriormente.

165

#### ESCENARIO 1. Calentamiento global y emisiones de gas por efecto invernadero

En la actualidad, el cambio climático global es uno de los temas ambientales de mayor importancia para los Estados Unidos y la comunidad internacional. Por un lado, está el calentamiento global inducido por el humano y las fallas para controlar el problema, lo que tendrá consecuencias catastróficas. Por otro lado, el calentamiento global es una hipótesis a la cual le falta validación científica y se ha reducido a las emisiones de gas por efecto invernadero.

En 1992, los Estados Unidos, junto con otras 150 naciones, realizaron la convención de trabajo sobre el cambio climático en Río de Janeiro. Dicha convención fue ratificada por el senado de los Estados Unidos en 1992 y ahora ha sido ratificada por un total de 166 naciones. El objetivo principal de este tratado es “lograr la estabilización de las concentraciones de gases industriales en la atmósfera a un nivel que prevenga el daño generado por el hombre al sistema climático”. De acuerdo con este objetivo, la mayoría de naciones industrializadas, incluyendo los Estados Unidos, acordaron voluntariamente reducir las emisiones de gas para el año 2000, a las obtenidas en 1990. Sin embargo, Estados Unidos y otras naciones industrializadas no están en curso para lograr este objetivo. Incluso, se proyecta que las emisiones en Estados Unidos serán un 13% más elevadas que las alcanzadas en 1990.

Como estos objetivos voluntarios han sido inadecuados para disminuir el crecimiento de las emisiones, hay un acuerdo general en que se necesitan medidas por medio de disposiciones legales. La conferencia de Kyoto, Japón, sobre el clima, se basó en la premisa de que las naciones participantes ven la necesidad de limitar las emisiones de gas, a través de acuerdos legales.

### Preguntas

1. ¿Nuestro país debe apoyar los acuerdos legales que limiten la emisión de gases por el efecto invernadero? Sí o no, explique su respuesta.
2. ¿Los diferentes países deben imponer impuestos especiales sobre la emisión de dióxido de carbono en la producción energética, así se incremente la generación eléctrica y de calor? Sí o no, explique su respuesta.
3. ¿Estaría usted de acuerdo con pagar el incremento en los impuestos para proveer fondos para la investigación en recursos energéticos alternativos, tales como fuente solar y reactores de fusión? Sí o no, explique su respuesta.
4. ¿Los países deben reducir las emisiones de los automóviles a los niveles estándares, así el costo promedio de un carro nuevo se incremente? Sí o no, explique su respuesta.

### ESCENARIO 2. Proyecto genoma humano

Marino es un ingeniero electrónico de 25 años que trabaja en una empresa industrial, a los 15 años su médico le dijo que tenía una enfermedad denominada diabetes mellitus y le explicó que consistía en la alteración del metabolismo de la glucosa, por lo cual esta se acumulaba en la sangre y en los tejidos, produciendo alteraciones en el sistema nervioso, en el renal y

en el endocrino. A pesar del fuerte impacto que tuvo Marino con la noticia, fue aceptando su situación y aprendió rápidamente a aplicarse la insulina, inyección que necesitará por toda la vida. A raíz de todo lo anterior, se interesó por leer sobre la enfermedad y se dio cuenta de que está determinada genéticamente, es decir, que nació con ella debido a problemas en el gen que produce la hormona insulina. Siguió investigando y empezó a escuchar las noticias sobre el proyecto genoma humano (lectura del mapa genético del hombre contenido en los genes y cromosomas de las células), esto lo dejó feliz y preocupado a la vez. Feliz porque tendría posibilidades de recibir tratamiento genético para resolver su enfermedad y preocupado porque en algunos países del mundo ya se permite que las aseguradoras realicen análisis genéticos de las personas que trabajan o van a trabajar, lo cual implicaría la posibilidad de perder su empleo.

### Preguntas

1. ¿Es importante que Marino siga indagando sobre la posibilidad de tratamiento genético para su enfermedad? Si o no, explique su respuesta.
2. ¿Debe ser útil el análisis genético para determinar si una persona puede trabajar o no en una empresa? Si o no, explique su respuesta.
3. ¿La información sobre el análisis genético de las personas debe ser pública o privada? Si o no, explique su respuesta.
4. ¿Puede convertirse el uso del análisis genético en discriminación genética de las personas? Si o no, explique su respuesta.

UNIVERSIDAD DE CALDAS  
Grupos de investigación  
Cognición y Educación  
Maestros y Contextos

Proyecto de investigación

167

Pensamiento del profesorado acerca de *Naturaleza de la Ciencia*

Nombre: \_\_\_\_\_

Institución educativa: \_\_\_\_\_

### Parte 2

Lea cuidadosamente los siguientes escenarios y responda las preguntas que se realizan posteriormente.

### ESCENARIO 3. Dieta, ejercicio y cáncer

Los investigadores están empezando a entender el papel de la dieta y de la nutrición en el desarrollo del cáncer, proceso llamado carcinogénesis. La carcinogénesis es un proceso lento que toma a menudo entre 10 y 30 años. La dieta puede jugar un importante papel durante la iniciación del cáncer, pues al parecer ciertos alimentos pueden servir para incrementar enzimas desintoxicantes que ayudan a frenar el crecimiento de las células cancerosas. Asimismo, otros nutrientes, tales como las grasas, pueden servir como promotores para iniciar células cancerosas.

Los científicos han estimado que la dieta es responsable en un 20-40%, y quizás hasta el 70%, de todos los cánceres. Dietas ricas en frutas, vegetales y fibra han mostrado consistentemente tener un efecto benéfico sobre el cáncer. De otra parte, el alto consumo de carnes rojas, grasas saturadas y alimentos salados han sido relacionados con diferentes cánceres. Otros factores relacionados con el estilo de vida y con la nutrición también parecen estar relacionados con el cáncer. La obesidad está relacionada con una variedad de cánceres como el endometrial, el de seno, el de colon y el de ovario. De la misma manera, el consumo de alcohol se ha relacionado con el cáncer del tracto digestivo y del hígado.

Contrariamente, varios estudios han mostrado los aspectos benéficos de la actividad física, la cual puede reducir el riesgo de varios tipos de cáncer, incluyendo el de colon, el de seno y el de próstata.

#### Preguntas

1. ¿Cómo valora usted su conocimiento general del impacto de la dieta y los factores relacionados con el desarrollo del cáncer?
2. La conciencia que usted tiene de los beneficios de la actividad física y de una dieta rica en frutas y en vegetales, ¿cómo ha transformado su vida? Si no la ha transformado, ¿por qué no? Si la ha transformado, ¿de qué manera?
3. ¿Usted siempre toma las decisiones acerca de lo que come con base en su comprensión de las investigaciones actuales en dieta y cáncer? Si no, ¿por qué? Si lo hace, ¿en qué forma?
4. ¿Usted regularmente hace ejercicio? ¿Por qué sí o por qué no?

5. ¿Usted estaría de acuerdo con incrementar la legislación sobre alimentos asociados con el cáncer, incluyendo retirar del mercado los alimentos de alto riesgo?

#### ESCENARIO 4. Fumadores y cáncer

Muchos investigadores creen que fumar es la causa de una gran proporción de todos los cánceres y de más del 30% de todas las muertes por cáncer. Se considera que fumar es una de las causas del cáncer de pulmón, cavidad oral, laringe, esófago, hígado y páncreas. Adicionalmente, el riesgo de desarrollar cáncer es mayor para la gente que fuma más y para quienes inician a fumar más jóvenes. Los investigadores creen que fumar puede ser la causa del 25-30% de todas las enfermedades del corazón. La exposición pasiva al tabaco es probablemente una causa de cáncer en los no fumadores. Algunos científicos consideran que el incremento del riesgo puede ser hasta de un 50%. Se ha estimado que miles de personas mueren cada año por la exposición pasiva al humo.

De otra parte, la nicotina de los cigarrillos es una droga más adictiva que la heroína y el opio. Otros informes indican que algunas compañías de tabaco han usado una variedad de métodos para incrementar la cantidad y potencia de la nicotina en cigarrillos. Además, se ha mostrado que mucha gente inicia a fumar en la juventud, y una vez iniciada difícilmente dejan de hacerlo, por lo que algunas personas sugieren restringir las campañas que promueven el uso del cigarrillo.

En contraste con ese reclamo, las compañías de tabaco han afirmado consistentemente que mientras el tabaco puede estar asociado con el incremento del riesgo para varios cánceres y enfermedades del corazón, no se ha probado la causa de esas enfermedades. Además, fumar o no es una decisión libre que puede ser tomada por el consumidor, no por agencias gubernamentales.

#### Preguntas

1. Dado el reporte dañino del humo del cigarrillo y de la adicción, ¿se podría recurrir a la legislación para hacer ilegal el fumar? Sí o no. ¿Por qué?
2. ¿Podría usted apoyar la legislación para hacerles más difícil a los menores la obtención de cigarrillos o penalizar las compañías de tabaco que tienen campañas de publicidad para menores? Sí o no. ¿Por qué?
3. Alegar daños a fumadores pasivos, ¿justifica prohibir fumar en plazas públicas, restaurantes y bares? Sí o no. ¿Por qué?