

ACTITUDES, EMOCIONES Y NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Luis C. J. Ramírez Olaya
Gonzalo Peñaloza Jiménez
Pablo Julián Moreno



Alcaldía Mayor de Bogotá

Enrique Peñalosa Londoño
ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte

María Claudia López Sorzano
*SECRETARIA DE CULTURA, RECREACIÓN
Y DEPORTE*

Instituto Distrital de las Artes-Idartes

Juliana Restrepo Tirado
DIRECTORA GENERAL

Jaime Cerón Silva
SUBDIRECTOR DE LAS ARTES

Lina María Gaviria Hurtado
*SUBDIRECTORA DE EQUIPAMIENTOS
CULTURALES*

Ana Catalina Orozco Peláez
*SUBDIRECTORA DE FORMACIÓN
ARTÍSTICA*

Liliana Valencia Mejía
*SUBDIRECTORA ADMINISTRATIVA Y
FINANCIERA*

Planetario de Bogotá

Iván Hernando León Vivas
*COORDINACIÓN GENERAL DEL
ESCENARIO*

Edgar Alfonso Cipagauta Pedraza
*PROFESIONAL ESPECIALIZADO ÁREA
MISIONAL*

Hernan Herrera Pineda
*PROFESIONAL ESPECIALIZADO ÁREA
ADMINISTRATIVA*

Jorge Ernesto Guevara Burgos
*PROFESIONAL ESPECIALIZADO
PROGRAMA SEMILLEROS*

Soledad Eugenia Gama García
*GESTIÓN DE MERCADEO Y
COMERCIALIZACIÓN*

Germán Puerta Restrepo
GESTIÓN INSTITUCIONAL Y ALIANZAS

Pablo Julián Moreno Castro
GESTIÓN DE PROYECTOS Y EVALUACIÓN

María Mercedes Santos Moreno
GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA

Jenry Mauricio Giraldo Buitrago
*GESTIÓN DE EDUCACIÓN Y NUEVOS
CONTENIDOS*

María Barbarita Gómez
*COORDINACIÓN EDITORIAL
Y CORRECCIÓN DE ESTILO*

Archivo Planetario de Bogotá
FOTOGRAFÍA DE CARÁTULA

Mónica Loaiza Reina
DISEÑO

Unión Temporal Idartes 2018
IMPRESIÓN

© Instituto Distrital de las Artes -
Idartes
Noviembre de 2018
ISBN (impreso): 978-958-5487-17-8
ISBN (PDF): 978-958-5487-18-5

Idartes
Carrera 8 # 15-46
Bogotá, D.C., Colombia
(57-1) 379 5750
contactenos@idartes.gov.co /
www.idartes.gov.co

ACTITUDES, EMOCIONES Y NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Luis C. J. Ramírez Olaya
Gonzalo Peñaloza Jiménez
Pablo Julián Moreno

CONTENIDO

8 PRESENTACIÓN

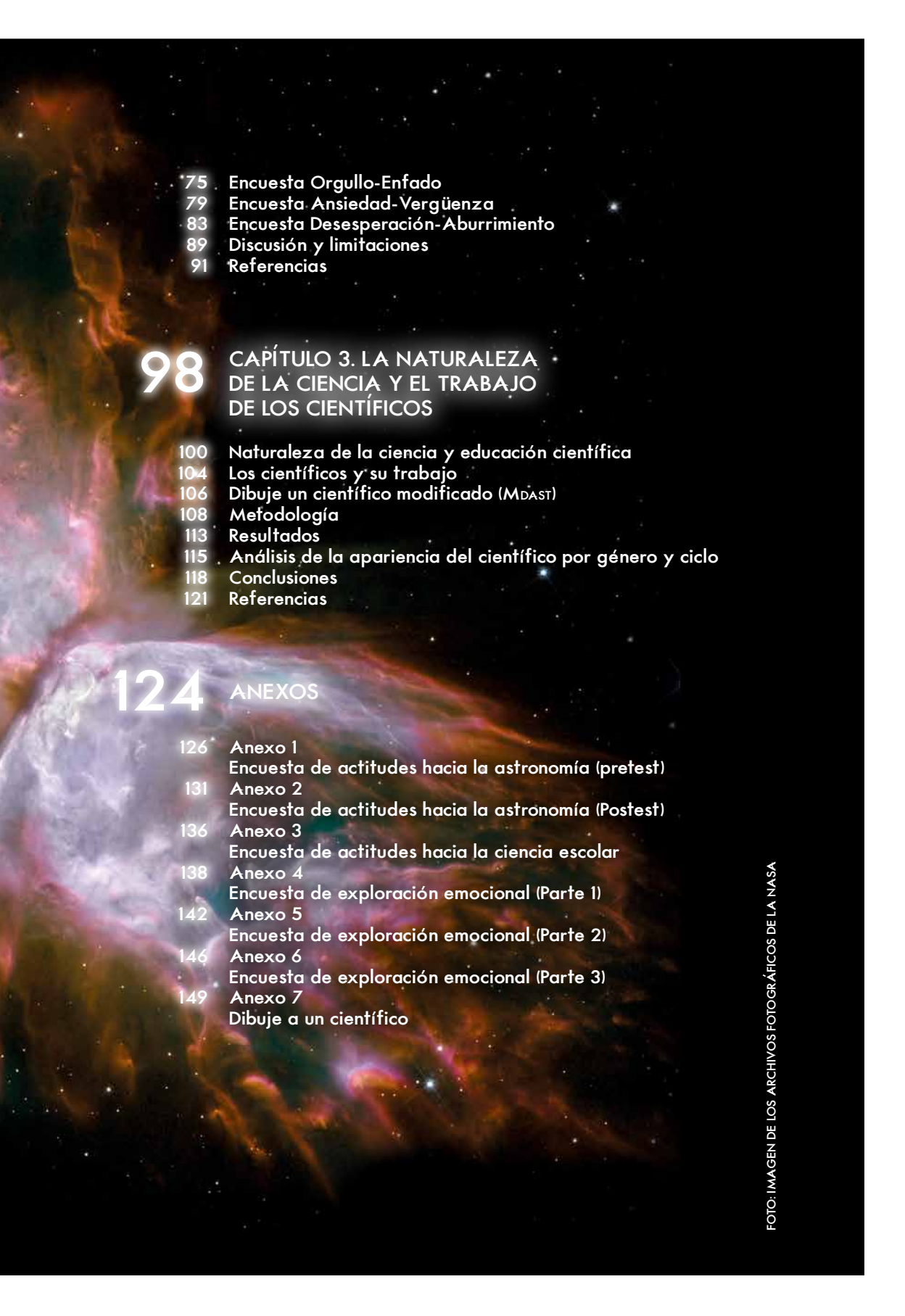
10 PRÓLOGO

18 CAPÍTULO 1. UNA CUESTIÓN DE ACTITUD: LO QUE IMPLICA ENSEÑAR Y APRENDER CIENCIAS

- 20 La conflictiva relación de los estudiantes con la ciencia
- 22 Una revisión del significado de la educación científica
- 26 ¿Qué son las actitudes hacia la ciencia?
- 29 La enseñanza de la ciencia y las actitudes hacia ella
- 32 La evaluación de las actitudes
- 34 Un caso de evaluación de actitudes hacia la ciencia escolar
- 43 Un caso de evaluación de las actitudes hacia la astronomía
- 49 A manera de conclusión
- 50 Referencias

54 CAPÍTULO 2. ENSEÑAR CIENCIAS NATURALES; UN CAMINO EMOCIONANTE

- 56 El aula como lugar de experimentación
- 57 Neuroeducación: revolución de las emociones en la educación en ciencias
- 62 Cuerpo, conducta y emociones en la formación de profesores
- 64 Regulación de las emociones y el éxito educativo
- 68 Diagnóstico de emociones en los centros de interés
- 70 Encuesta Disfrute-Esperanza



75	Encuesta Orgullo-Enfado
79	Encuesta Ansiedad-Vergüenza
83	Encuesta Desesperación-Aburrimiento
89	Discusión y limitaciones
91	Referencias

98 CAPÍTULO 3. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y EL TRABAJO DE LOS CIENTÍFICOS

100	Naturaleza de la ciencia y educación científica
104	Los científicos y su trabajo
106	Dibuje un científico modificado (MDAST)
108	Metodología
113	Resultados
115	Análisis de la apariencia del científico por género y ciclo
118	Conclusiones
121	Referencias

124 ANEXOS

126	Anexo 1
	Encuesta de actitudes hacia la astronomía (pretest)
131	Anexo 2
	Encuesta de actitudes hacia la astronomía (Posttest)
136	Anexo 3
	Encuesta de actitudes hacia la ciencia escolar
138	Anexo 4
	Encuesta de exploración emocional (Parte 1)
142	Anexo 5
	Encuesta de exploración emocional (Parte 2)
146	Anexo 6
	Encuesta de exploración emocional (Parte 3)
149	Anexo 7
	Dibuje a un científico

PRESENTACIÓN

8

Desde el año 2015, el Planetario de Bogotá ha desarrollado actividades en algunas instituciones educativas distritales en el marco de los programas de implementación de las jornadas única y extendida. Estas actividades buscan generar entornos de aprendizaje en los cuales, a partir de la astronomía, se aborden la ciencia y la tecnología de una manera amplia, donde no se ubique a los conceptos como el eje exclusivo del aprendizaje, sino que elementos como la comprensión del quehacer de los científicos y el desarrollo de actitudes favorables hacia la ciencia se constituyan en elementos fundamentales para la educación científica. Con esta perspectiva, en 2016, se emprende un proceso de evaluación con el fin de permitir dar cuenta del impacto de las actividades del Planetario de Bogotá con respecto a esta manera de abordar la ciencia y la tecnología.

Este libro recoge los resultados del diagnóstico inicial y brinda una perspectiva sobre la percepción que tienen los estudiantes que participan en las actividades del programa acerca de los científicos y de lo

que estos hacen, así como de las actitudes que tienen hacia la ciencia escolar en general y hacia la astronomía en particular. Este proceso de evaluación ha introducido además algo que recientemente ha recibido atención en el ámbito de la educación en ciencias: el papel de las emociones y el afecto en la educación, la enseñanza y el aprendizaje.

Como aporte de este proceso de evaluación ha sido posible reconocer algunos elementos sobre las visiones de la ciencia y las actitudes hacia esta por parte de los estudiantes, lo cual ha permitido ajustar el diseño de las actividades que se desarrollan en las instituciones educativas. También ha dado pistas sobre la manera como se relacionan los estudiantes con las clases de ciencia y las emociones que entran en juego en el proceso educativo. Esto brinda una perspectiva interesante sobre el papel del docente, como forjador de estos movimientos y como agente que puede contribuir a generar nuevos procesos de desarrollo en los estudiantes.

Finalmente, otro aporte para destacar es la contribución metodológica hecha por el Planetario de Bogotá pues realizó la recopilación de estos instrumentos de evaluación, provenientes del ámbito de la educación formal en otros contextos, e hizo su traducción y su adaptación, así como la validación estadística de las preguntas.

Tras completar este proceso y realizar los ajustes pertinentes, en esta publicación se ponen los mencionados instrumentos a disposición de los profesores, como una herramienta útil para el diagnóstico y la evaluación de sus procesos de enseñanza de las ciencias en el aula.

Juliana Restrepo Tirado
Directora general
Instituto Distrital de las Artes-Idartes



PRÓLOGO



FOTO: NASA/BILL INGALLS

Comúnmente se considera que la característica fundamental del maestro es su capacidad para «hacerse entender». Las ideas más simplistas sobre la educación reducen el ser profesor y, quizás, la enseñanza a una habilidad comunicativa que se vale de ciertos trucos para ser más funcional. No obstante, las reflexiones educativas, didácticas, filosóficas y pedagógicas han rebasado esta idea común y, con creces, han demostrado que los actos del profesor y el proceso de enseñar involucran elementos de la psicología de los estudiantes, como su desarrollo cognitivo, el sentido que se da a la educación, lo que se considera enseñable o no y la relación entre escuela y comunidad, entre muchos otros aspectos. De modo que hay una gran distancia entre una concepción ingenua de la educación y lo que esto en realidad significa.

Esta idea, que integra muchos aspectos y elementos en la educación, podríamos llamarla *una visión elaborada de la educación*, que es válida no solo para la educación en general, sino también para la enseñanza de las disciplinas escolares particulares. Así, hoy se reconoce

que la educación en ciencias naturales debe establecer una relación entre los distintos campos del conocimiento de las neurociencias, la comunicación, la filosofía de la ciencia y otros elementos que, en su conjunto, configuran el campo de la didáctica de las ciencias. De manera que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, o de cualquier otra disciplina, implican mucho más que «explicar bien un concepto». En realidad, este es un proceso complejo que se vale de diversos medios y tiene distintos puntos de partida que se orientan, en última instancia, a otorgar significado y sentido a los fenómenos, las explicaciones y el conocimiento.

Con la intención de conocer, los seres humanos hemos fragmentado la realidad para estudiarla por partes. Este método, denominado «reduccionismo metodológico», ha permitido hacer enormes avances en el conocimiento y la transformación del mundo. Pero esta forma de conocimiento acarrea un riesgo y es que la separación, con fines de indagación, se perpetúe. Efectivamente, esto ha sucedido y desde hace décadas se viene señalando la necesidad de integrar y adoptar una perspectiva que establezca una relación dialéctica entre las partes y el todo. En el marco educativo, la separación de las disciplinas ha producido islas de conocimiento que se han convertido en obstáculos a salvar para abordar los problemas complejos que enfrenta la educación (Wertsch, 1988). Por ejemplo, la educación, en disciplinas particulares como la biología o las ciencias sociales, se ha separado tanto que es necesario emprender verdaderos proyectos para lograr cierta integración. Por otro lado, la enseñanza de las disciplinas se concentró en sus conceptos y perdió la perspectiva más general de servir a la vida de los sujetos. Algo que, por ejemplo, se expresa en el hecho de que lo único que se evalúa en las disciplinas son los conceptos y no el gusto o la afinidad por el conocimiento particular.

En el mismo sentido, cuando se abordan problemas que involucran asuntos de diversa naturaleza y que, por tanto, no pueden ser abarcados desde una perspectiva particular, con frecuencia se tiende a estudiarlos desde una única disciplina, reduciéndolos a ella. Por ejemplo, si bien la

psicología se ocupa del comportamiento de los humanos, es improbable que por sí sola pueda dar cuenta de fenómenos como los conflictos étnicos; sin embargo, no son pocos los intentos de explicar el mundo social desde la psicología individual. Para abordar problemas que implican cuestiones de diferentes órdenes, se requiere de un enfoque que analice diversos aspectos y perspectivas, de manera que, en su conjunto, configuren una visión más compleja de la cuestión. En este sentido, Wertsch (1988) discute la posibilidad de «vincular sin reducir», es decir, relacionar y usar perspectivas diferentes sin reducir una a la otra.

Dar importancia a los aspectos sociológicos y culturales de la educación no niega que existan elementos psicológicos muy relevantes para entender la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, la corriente principal en la investigación en didáctica ha desconocido la importancia de los fenómenos de carácter social para entender la enseñanza y el aprendizaje, priorizando lo individual sobre lo colectivo. Esto ha conducido a cierta «psicologización» de la didáctica que toma como unidad de análisis absoluta al sujeto. En esta perspectiva, el contexto cultural y social se convierte en un «factor externo» que influye en el individuo, negando que este es determinante para comprender la educación.

Como lo señala Wertsch (1988), cuando se adopta la antinomia de sociedad-individuo, el investigador se ve abocado a escoger entre uno u otro punto de partida, pero propone que: «una alternativa que permite evitar esta confusión es no olvidar en ningún momento que estos términos implican construcciones hipotéticas o herramientas conceptuales (que solo pueden ser de uso temporario) en nuestro proceso investigativo» (1988, p. 31). Es decir, que una u otra perspectiva no debe convertirse en un absoluto que niegue la existencia del otro y que en algún momento debería sintetizarse.

El aprendizaje y la enseñanza pueden estudiarse desde el punto de vista sociológico, no solo por las repercusiones o la importancia social que estos procesos revisten, sino también porque, en términos cognitivos, lo colectivo y lo individual están estrechamente relacionados. La cognición se da en el marco de la cultura y, a su vez, construye la cultura

(Colé y Engeström, 2001). Los artefactos, el lenguaje, las representaciones mentales, entre otros, tienen sentido y surgen en el marco de la cultura. De modo que la cultura no solo influye en el sujeto, sino que es el lugar en que aprehende y le da sentido a su conocimiento. Cabe señalar que el «significado» puede entenderse como algo que trasciende a los sujetos y que no guarda necesariamente una relación con el contexto. El «sentido» es un producto subjetivo en relación con el mundo social (Colé y Engeström, 2001). La cultura, de acuerdo con Eagleton, es lo que nos rodea, pero también es cultura lo que hay dentro de nosotros mismos. Este enfoque de la cultura pone lo individual en el plano colectivo de manera que «es una forma de subjetividad universal que opera dentro de cada uno de nosotros» (2001, p. 21).

Una parte importante de los educadores e investigadores reconoce que la educación, y sus subprocesos de enseñanza y aprendizaje, necesariamente remiten a tener en cuenta el contexto, aunque la posición que adoptan con respecto a él varía ampliamente. Encarar la importancia del contexto implica tomar decisiones sobre la relevancia que se otorga a determinados aspectos que configuran el mundo subjetivo y social en el que se dan los actos educativos. Por ejemplo, tener en cuenta el contexto puede significar prestar atención al clima emocional en el que se desarrolla una clase, interviniendo, si es necesario, para que este sea lo más positivo posible.

En esta medida, el contexto puede concebirse no solo como el entorno que rodea al sujeto, sino como una relación dialéctica entre lo interno y lo externo. En este sentido, el contexto permite comprender el discurso que despliegan los sujetos sociales que participan en el aula (van Dijk, 2012), establecer criterios para el diseño curricular (Gilbert, 2006) y considerarlo como un entramado de relaciones en las que cobran significado y sentido las acciones individuales (Colé y Engeström, 2001). Estos casos tienen en común que el contexto se convierte en objeto de reflexión y punto de partida para la enseñanza.

Estas consideraciones se plantean para resaltar que si bien las disciplinas escolares, como las ciencias naturales, en particular, se proponen

enseñar conceptos claves, no pueden perder de vista que hacen parte de un proceso más general que es la educación. En este sentido, se viene planteando la necesidad de abandonar una visión estrecha de la educación científica, la cual se concentra en los conceptos y pierde de vista que es importante que tales conceptos cobren significado, pero, sobre todo, sentido para los estudiantes. Esto implica que deje de ser relevante que los sujetos repitan temporalmente ciertas definiciones y adquieran más importancia las relaciones que ellos establezcan entre el conocimiento científico y el mundo en el que viven. Para llevar a cabo este proceso, como se verá más adelante, es necesario que los sujetos desarrollen disposiciones, percepciones y actitudes favorables hacia la ciencia.

Precisamente, este libro presenta un panorama que pretende ampliar la visión de los educadores sobre la evaluación, al mostrar experiencias concretas sobre un proceso de enseñanza de las ciencias que se realizó, por parte del Planetario de Bogotá, en varios colegios públicos de la ciudad. En la primera parte se expone la importancia de reflexionar sobre la naturaleza de la ciencia como punto de partida para reconstruir lo que significa enseñar y aprender ciencias. Se evidencia que las ideas erradas sobre lo que es la ciencia están presentes de manera generalizada y continua en los libros de texto y el ejercicio docente, y están reforzadas por los medios de comunicación masivos. Esto queda patente en los resultados obtenidos de la aplicación de un instrumento de evaluación llamado «Dibuje a un científico», que muestran que la mayoría de los niños y jóvenes sostiene una representación estereotipada de la ciencia y los científicos.

El libro, en general, llama la atención sobre la necesidad de evaluar actitudes hacia la ciencia entre los estudiantes. Se reitera que si se busca superar su carácter propedéutico (el de la preparación de futuros científicos) y contribuir a la formación de los sujetos para hacerlos capaces de participar en la sociedad, se requiere fomentar actitudes positivas frente a la ciencia que permitan que los individuos se acerquen a ella a lo largo de su vida, aún si no ejercen una ocupación relacionada con ella. El asunto se ilustra con la aplicación de dos instrumentos que pretenden determinar

las actitudes hacia la ciencia escolar y hacia la astronomía. Si bien, en general, los resultados muestran actitudes positivas de los estudiantes hacia la ciencia, se encuentra que son muchos los estudiantes que no sienten afinidad por ella. Esta condición se constituye en motivo de reflexión sobre el papel que la escuela juega en acercar a las personas a la ciencia.

Tanto en las actitudes, como en las ideas de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia, se encuentra que la escuela parece reforzar ciertos estereotipos, lo que genera una distancia entre los sujetos y la ciencia que puede perpetuarse a lo largo de la vida.

En la tercera parte se expone una cuestión que, desde hace relativamente poco tiempo, viene recibiendo atención en el campo de la didáctica de las ciencias: el papel de las emociones y el afecto en la educación en la enseñanza y el aprendizaje. Esto tiene implicaciones profundas para la práctica escolar, ya que, desde esta perspectiva, los procesos educativos son esencialmente prácticas que generan emociones implicadas, positiva o negativamente, en el aprendizaje. Este giro afectivo o emocional ha permitido el desarrollo de herramientas teóricas y diferentes enfoques que enriquecen la comprensión de las posibilidades de algunas prácticas. Precisamente, esta sección presenta los resultados de la aplicación de encuestas a estudiantes, orientadas a establecer sus estados emocionales con relación a un espacio de formación en ciencias. Si bien, los resultados son parciales, indican que hay diferencias en las emociones entre hombres y mujeres, y entre grados de escolaridad.

Finalmente, el libro pone a disposición del lector los instrumentos usados en las investigaciones referidas. Se espera que estas herramientas puedan ser usadas por profesores y educadores como medio para evaluar aspectos emocionales y actitudinales, así como para explorar las concepciones de las personas sobre la ciencia.

A photograph of a space station, likely the International Space Station, orbiting Earth at night. The station's complex structure, including solar panel arrays and various modules, is illuminated against the dark background of space. Below the station, the Earth's horizon is visible, with a dense layer of city lights creating a bright, glowing band across the lower portion of the image. The text "CAPÍTULO 1" is overlaid in the center in a glowing blue font.

CAPÍTULO 1



UNA CUESTIÓN DE ACTITUD: LO QUE IMPLICA ENSEÑAR Y APRENDER CIENCIAS

FOTO: IMAGEN DE LOS ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS DE LA NASA

LA CONFLICTIVA RELACIÓN DE LOS ESTUDIANTES CON LA CIENCIA

El estudio titulado *Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos*, realizado por la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura —OEI— (Polino, 2011), confirma que la relación entre los jóvenes y la ciencia no es la mejor. Al indagar a los estudiantes sobre su percepción de la ciencia, se encuentra que es apreciada como difícil y que «poco estimula el interés por estudiar». Desde luego, una percepción como esta repercute directamente en la relación con las cuestiones sociocientíficas y el clima emocional de las aulas de ciencia e incide negativamente en el número de estudiantes que deciden estudiar profesiones relacionadas con las ciencias (Vázquez, 2011).

Ante dicho panorama, son múltiples las alternativas que se han presentado como, por ejemplo, el cambio en las metodologías de enseñanza o la inclusión de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones —TIC— entre otras. No obstante, en la mayoría de los casos tales alternativas no han sido ampliamente acogidas y se cambian

permanentemente. De hecho, muchas propuestas se olvidan sin que lleguen a aplicarse, evaluarse o investigarse profundamente. Esto ha resultado en una aparente sin salida, en la que todas las propuestas parecieran estar destinadas al fracaso.

Sin embargo, es claro que el grueso de las investigaciones en educación científica insiste en la necesidad de abandonar la estrechez con la que se abordan los conceptos dentro de los programas de estudio y en prestar mucha más atención a los asuntos metodológicos, la naturaleza de la ciencia y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (Campanario y Moya, 1999). Esto podría revertir las actitudes negativas que, frente a la ciencia, tienen los estudiantes y resaltar su importancia para reflexionar sobre el mundo y comprenderlo.

Los modelos o estrategias de enseñanza alternativos han intentado abordar factores que se reconocen como determinantes en el proceso de aprendizaje: lo que los estudiantes saben previamente, el contexto social y cultural, las características cognitivas de los alumnos, las relaciones que se establecen entre estudiantes y profesores, las motivaciones, los recursos y los medios, entre otros. Si bien no se ha llegado a un consenso que establezca estrategias únicas, sí es evidente que hoy la enseñanza de las ciencias considera elementos que el modelo tradicional no toma en cuenta.

Puede afirmarse que, en última instancia, la enseñanza de las ciencias se debate entre promover el conocimiento declarativo o el conocimiento funcional. En el primer caso, se aprende un conocimiento erudito con pocos vínculos con los problemas prácticos; en el segundo caso, el conocimiento se desarrolla en estrecho vínculo con la utilización de lo aprendido (Cárdenas, 2012). Cabe indicar que esto último, es válido tanto para quienes se vinculen con profesiones u ocupaciones cercanas a la ciencia y la tecnología, como para quienes no lo hagan. Desarrollar un conocimiento funcional implica adoptar una didáctica acorde con él, ya que en el discurso puede plantearse el desarrollo del conocimiento funcional, mientras que la didáctica continúa por el sendero tradicional. De modo que, las transformaciones en los objetivos

de la enseñanza necesariamente tienen que ir de la mano con cambios en la práctica y la acción docente.

Otro elemento que vale la pena considerar es la concepción que se tiene de la naturaleza de la ciencia. Explícita o tácitamente, los modelos de enseñanza tradicional por transmisión y recepción asumen que la ciencia se reduce a complicadas fórmulas y a una serie de conceptos que deber ser repetidos. En caso contrario, la ciencia puede considerarse como un proceso activo y permanente de exploración, cuestionamiento y reflexión orientado a la solución de problemas. En otras palabras, las ideas que se tengan sobre la epistemología de las ciencias tienen influencia sobre su enseñanza y aprendizaje (Campanario y Moya, 1999).

Para concluir esta sección, cabe reiterar que existe una relación muy conflictiva entre los estudiantes y la ciencia en la escuela, lo cual tiene diversas consecuencias en la relación posterior que asumen los sujetos con ella. Esto ha sido objeto de múltiples reflexiones que, si en algo están de acuerdo, es en que la ciencia tiene que ser comprendida como un conocimiento activo, funcional y con sentido para la vida de cualquier persona, esté o no relacionada directamente con actividades científicas. Esto implica transformar la concepción misma que se tiene de la naturaleza de la ciencia, tomando distancia de aquellas ideas que la reducen a un conjunto de teorías y conceptos desarrollados por personas excepcionales.

UNA REVISIÓN DEL SIGNIFICADO DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Una de las mayores preocupaciones para la educación científica es la percepción negativa de los jóvenes hacia la ciencia, algo que se traduce generalmente en la elección de profesiones y en actitudes negativas hacia la ciencia a lo largo de la vida. La decreciente selección de profesiones relacionadas con la ciencia y la tecnología es un indicativo de ello (Polino, 2011, Vázquez y Manassero, 2008). Este fenómeno no

se restringe a Colombia, sino que es motivo de preocupación global. Cabe anotar que en los países de América Latina esto tiene rasgos particulares porque mientras que en los países del primer mundo existe una necesidad de científicos y hay vacantes que esperan ser llenadas, en los países pobres hay escasa oferta laboral en el exiguo sistema de ciencia y tecnología. Algo que, desde luego, influye en la percepción pública de la ciencia.

No obstante, como se anotó antes, la ciencia no es solo funcional para los individuos que optan por ocupaciones o profesiones relacionadas con la ciencia, sino que debería tener sentido para cualquier persona. De hecho, uno de los aspectos más importantes de la definición de la ciencia es que es una forma de conocer el mundo y tanto un sistema de conocimientos, como un método para alcanzarlos¹.

A pesar de la importancia que reviste que todas las personas se aproximen a la ciencia, desde hace décadas se viene encontrando que conforme se avanza en el proceso de escolarización, las actitudes positivas y la disposición hacia la ciencia decrecen (Vázquez y Manassero, 2008; Fensham, 2004), al igual que se desarrollan imágenes cada vez más estereotipadas de los científicos, la actividad científica y de la ciencia en general (tal como se muestran en otro capítulo de este libro). Por otro lado, el rendimiento académico en las disciplinas científicas escolares decrece conforme las actitudes se hacen más negativas (Pozo y Gómez, 2004).

1 Por una parte, la ciencia es un sistema de conocimiento organizado. Esto no hace referencia a la división en disciplinas y sub-disciplinas, sino a que la ciencia ordena la comprensión del mundo mediante la formulación de teoremas, principios, leyes y otras proposiciones generales. Por otra parte, la ciencia plantea un método que se soporta en lo que se denomina «teoría de la correspondencia de la verdad»; que implica que todos los postulados científicos, cualquiera que estos sean (leyes, modelos, etc.), deben ponerse a prueba y, en última instancia, comprobarse empíricamente (Medawar, 1984). Es decir, la ciencia intenta conocer la realidad y supone que ella existe con independencia del sujeto cognoscente.

En este sentido, algunos investigadores de la didáctica de las ciencias no dudan en señalar que uno de los principales retos, sino el más importante, que enfrenta la educación científica son las actitudes negativas hacia la ciencia y la falta de interés en todo lo relacionado con ella (Fensham, 2004; Vázquez y Manasero, 2008). Particularmente los autores han notado que tal desinterés se acrecienta con el paso de la edad, de manera que la curiosidad se va transformando en aburrimiento y fracaso en las disciplinas científicas (Vázquez y Manasero, 2008). A mediano plazo, esto se traduce en alejamiento de las profesiones relacionadas con las ciencias y, en el largo, en actitudes de rechazo hacia la ciencia.

Queda claro que las actitudes hacia la ciencia escolar o el aprendizaje de las ciencias en la escuela repercuten en la actitud hacia la ciencia en general. Esto indica que uno de los objetivos de la ciencia escolar debería ser el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia, porque sin ellas el aprendizaje se dificulta, con el agravante de que los sujetos que adoptan una disposición negativa hacia la ciencia, generalmente la mantienen a lo largo de la vida.

Lo anterior se relaciona con el hecho de que las ciencias naturales, especialmente la física y la química, son disciplinas asociadas con el fracaso escolar. De manera que los estudiantes generalmente las caracterizan como difíciles y solo aptas para sujetos con capacidades excepcionales (Furió, 2006). Esto si bien no implica que se desvalore la ciencia como actividad social, sí conduce a que los estudiantes la conciban como una actividad ajena y propia de mentes brillantes. En realidad, el enfoque de la ciencia puede ser adoptado por cualquier persona y la educación científica debería desarrollar habilidades de pensamiento que puedan ser aplicadas no solo por quienes se dedican a actividades científico-tecnológicas.

La situación descrita ha conducido a revisar lo que se entiende por educación científica, reflexionar sobre la relación entre ciencia y cultura, enfatizar en la importancia de la construcción de sentido para la ciencia que se aprende en la escuela y reconocer lo fundamentales que resultan los factores emocionales en los procesos de enseñanza

y aprendizaje. Todo esto ha contribuido a ampliar los objetivos de la educación en ciencias y a reconocer que la enseñanza de conceptos no es la única meta y que ni siquiera esto es posible sin generar emociones y actitudes positivas hacia la ciencia y, mucho menos, sin darle sentido a su aprendizaje.

De esta manera es preciso poner al conocimiento científico en relación con la capacidad de los estudiantes para usarlo. Las actitudes hacia la ciencia vienen a ser muy relevantes para cumplir con estos propósitos porque señalan la manera en que los sujetos ven la ciencia y se acercan a ella (Acevedo-Díaz, 2007). Así, cuando los estudiantes refieren que no ven aplicación a la ciencia, o que la ciencia escolar es simplemente un requisito para acceder al siguiente grado escolar, se evidencia una carencia en reconocer que la ciencia puede ser una herramienta para comprender y transformar el mundo. En este sentido, cobran importancia las actitudes que se adoptan hacia la ciencia.

Estos rasgos del conocimiento científico escolar se vienen plasmando en algunas definiciones de la educación científica. Por ejemplo, la *Programme for International Student Assessment* —PISA— (OCDE, 2006) plantea una definición de la alfabetización científica de la siguiente forma:

... los conocimientos científicos de un individuo y el uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Asimismo, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo. (OCDE, 2006, p. 13)

Como se evidencia en esta definición, la educación científica se articula con la sociedad y alcanza un sentido activo, en tanto que otorga a los sujetos las habilidades necesarias para explicar el mundo. Esto contrasta con el hecho de que, por mucho tiempo, la enseñanza de las ciencias se ha concentrado en el aspecto conceptual, descuidando la emoción y las relaciones que entre ella y la vida se suscitan en el estudiante, algo que ha contribuido a que los niños y jóvenes las consideren aburridas, estresantes y difíciles.

¿QUÉ SON LAS ACTITUDES HACIA LA CIENCIA?

Desde hace ya varias décadas las actitudes hacia la ciencia vienen siendo objeto de preocupación e investigación para los educadores en ciencias (Osborne, Simon y Collins, 2003) ya que, como se ha señalado, las actitudes son un elemento esencial para conocer lo que piensan los estudiantes sobre un área del conocimiento que determinará, en buena medida, su disposición para aprenderla.

Las actitudes son un componente del aprendizaje de las ciencias que prepara a las personas para aproximarse a la ciencia a lo largo de su vida, no solo a través de la educación formal sino en otros espacios no formales. Así, por ejemplo, un individuo que desarrolle actitudes positivas hacia la ciencia tendrá disposición a usarla para comprender ciertos fenómenos y situaciones de la vida cotidiana, aun cuando no se desempeñe en una profesión relacionada con la ciencia.

Las actitudes hacia la ciencia involucran comportamientos afectivos como la preferencia, la aceptación, la apreciación y el compromiso hacia ella (Hacieminoglu, 2016). Básicamente el estudio de las actitudes se ha hecho en el marco de dos teorías: la sociocognitiva y la de representaciones sociales, pero ambas sostienen que la conformación de las actitudes es un proceso cultural y los sujetos aprenden unos de otros. De modo que, estos dos marcos de estudio no son necesariamente excluyentes, aunque ponen un énfasis diferencial en ciertos aspectos.

Por ejemplo, las representaciones sociales consideran que las actitudes hacia un objeto, en este caso hacia la ciencia, pueden ser diferentes de acuerdo con el significado que un grupo social determinado le otorgue al objeto. Es decir, en esta perspectiva, el aspecto social es muy relevante para configurar las actitudes.

El hecho de aceptar que las actitudes se construyen en un entramado social y son el resultado del contexto cultural particular implica reconocer que diversos agentes, como los medios de comunicación masiva, transmiten ideas sobre la ciencia que repercuten con mucha fuerza en la construcción de representaciones y actitudes sobre ella (Ezquerria y Fernández-Sánchez, 2014). De ese modo, la escuela y los escenarios informales de educación se ven compelidos, en la mayoría de los casos, a transformar las ideas sesgadas y deformadas que sobre la ciencia transmiten los medios y la cultura. Así, a la ciencia escolar le corresponde promover en los estudiantes una posición crítica frente a lo que la publicidad y los medios difunden (Ezquerria et al., 2015).

Es importante distinguir entre «actitudes hacia la ciencia» y «actitudes científicas» (Gardner, 1975). El primer concepto se refiere al desarrollo de creencias, valores, sentimientos y emociones positivas sobre la ciencia como iniciativa social, y abarca aspectos como la ciencia en la escuela y el valor de la ciencia y los científicos para la sociedad. Por su parte, las «actitudes científicas» aluden a una combinación entre comprensión y aceptación/aprehensión de la ciencia y su método de razonamiento. Esto implica apropiación, por parte del sujeto, de la lógica y el funcionamiento de la ciencia. En otras palabras, se refiere al desarrollo de habilidades, destrezas y competencias propias de la ciencia.

Las actitudes hacia la ciencia se refieren a los valores, creencias y sentimientos que se tienen con respecto a ciertos aspectos de la ciencia como la actividad científica, los científicos, los resultados de la ciencia, su impacto en la sociedad y la ciencia escolar, entre otros (Gardner, 1975). Como se nota en esta definición, se incluye un subconjunto de actitudes hacia ciencia escolar que se refieren a la disposición frente al aprendizaje de la ciencia. Esto, en sí mismo, encierra

una serie de elementos como la disposición frente a los contenidos, la metodología usada en el aula y los profesores. Es decir, este último componente es susceptible de una disección que denote a qué obedecen las actitudes de los estudiantes frente a lo que aprenden en la escuela. Por ejemplo, se ha encontrado relación entre el estilo de pensamiento de los sujetos y las actitudes que desarrollan hacia la ciencia escolar (Wang y Tseng, 2015).

En términos puntuales, los siguientes comportamientos están relacionados con las actitudes hacia la ciencia:

- *La manifestación de actitudes favorables hacia la ciencia y los científicos.*
- *La aceptación de la investigación científica como una vía de conocimiento.*
- *La adopción de actitudes científicas.*
- *El disfrute de las experiencias de aprendizaje científicas.*
- *El desarrollo de interés en la ciencia y las actividades relacionadas con ella.*
- *El interés en escoger una carrera científica o relacionada con ella.* (Osborne, Simon y Collins, 2003)

Es decir, las actitudes hacia la ciencia no son un constructo homogéneo, sino que abarcan elementos disímiles que, en conjunto, se han nombrado como «actitudes hacia la ciencia». Así, por ejemplo, con este término se puede hacer alusión a «la percepción sobre el profesor de ciencias» o a «la valoración que se haga de la ciencia» (Osborne, Simon y Collins, 2003). Además, cuando se habla de actitudes hacia la ciencia puede hacerse referencia a la ciencia escolar o a la ciencia en general.

Algunos autores establecen una distinción entre actitudes hacia un objeto y actitudes hacia una acción relacionada con el objeto. Implícitamente esto conlleva una distinción entre actitud, intención y comportamiento (Ajzen y Fishbein, 1980). En este sentido, el comporta-

miento resulta de una intención y esta a su vez, de una actitud. Para el caso tratado aquí, esto implicaría distinguir entre «actitudes hacia la ciencia» y «actitudes hacia hacer ciencia en la escuela». De manera que resulta relevante el contexto en el que la actitud hacia un objeto tiene lugar. Por esta razón, algunos autores consideran más apropiado referirse específicamente a las «actitudes hacia la ciencia escolar» en lugar de las actitudes hacia la ciencia en términos generales. La gran mayoría de los cuestionarios usados para evaluar la actitud hacia la ciencia lo hacen de forma muy general y se refieren a la ciencia en la sociedad. Es decir, no se orientan específicamente a la ciencia escolar. En la medida en que los ítems, que componen un cuestionario, se orienten a evaluar objetos disímiles, será mayor el problema para dar significado a los resultados. De forma que cuanto más preciso sea el objeto valorado mejores podrían ser las conclusiones obtenidas.

Es decir, dicha distinción es especialmente importante cuando se evalúan las actitudes porque los sujetos pueden valorar positivamente la ciencia y sus aplicaciones, mientras que consideran que la ciencia en la escuela es aburrida y que solo puede ser aprendida por aquellos con capacidades especiales. De manera que, aunque ambas ideas se solapan en la práctica, en aras de indagar sobre ellas, vale la pena hacer tal distinción.

LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y LAS ACTITUDES HACIA ELLA

Actualmente es claro que hay una relación entre los modelos o estilos de enseñanza y las actitudes que hacia ella desarrollan los estudiantes (Oh y Yager, 2004; Furió, 2006; Ali et al., 2013; Hacieminoglu, 2016). Particularmente, algunos elementos resultan muy relevantes para configurar las actitudes hacia la ciencia, como, por ejemplo, el estilo de enseñanza y el conocimiento del profesor sobre la naturaleza de la ciencia. Estos elementos pueden afectar positiva o negativamente la actitud

que los niños y jóvenes tomen con respecto a la ciencia. En términos generales, los trabajos de investigación indican que las prácticas más tradicionales de enseñanza, en las que se prioriza la repetición, la memoria y en las que el estudiante tiende a ser un sujeto pasivo, generan actitudes negativas. Por el contrario, cuando en el aula los estudiantes se ven compelidos a participar activamente, el aprendizaje adquiere otro sentido y esto revierte en mejores actitudes hacia la ciencia escolar y la ciencia en general. De manera que la forma en que se desarrolla la enseñanza de las ciencias en el aula parece estar estrechamente correlacionada con las actitudes hacia ellas. No obstante, es preciso señalar que las actitudes no solo se configuran en la escuela, sino que son el resultado del entorno en el que se desenvuelve el individuo.

Algunos estudios indican que el interés, las actitudes y la imagen distorsionada o estereotipada de la ciencia se incrementan conforme los niños avanzan en el proceso escolar (Pell y Jarvis 2001; Ebenezer y Zoller, 1993). No obstante, los resultados suelen ser un tanto ambiguos, porque mientras la actitud hacia la ciencia escolar es generalmente negativa, se encuentran actitudes positivas hacia la ciencia en general. Esta condición se hace patente en la idea de que la ciencia es útil (para la formación escolar o para desempeñarse en una profesión) pero carece de significado para la vida cotidiana. Es decir, los niños y jóvenes acogen la ciencia como una obligación, pero no le encuentran sentido para la vida personal.

El estudio *The Research Business* (1994), llevado a cabo en Inglaterra, encontró que los jóvenes consideran importante la ciencia y la tecnología en su vida diaria en términos de artefactos como la televisión, los computadores e internet, pero encuentran menos sentido a los hallazgos y a los desarrollos de la genética o la física atómica. En este caso, las actitudes están mediadas por una idea que reduce la ciencia a las aplicaciones más evidentes y de amplio uso. Entre otras consecuencias, esto implica que la ciencia no se concibe como un método para pensar y transformar el mundo sino como una actividad dedicada a la producción de artefactos.

Por otra parte, existe una relación entre las actitudes hacia la ciencia y el «éxito escolar», aunque tal relación no sea directa. Vale la pena aclarar que, en su origen, las actitudes pretenden establecer el significado y sentido que las personas otorgan a la ciencia, pero que no se propusieron como una forma de predecir o mejorar el rendimiento en la escuela, entendido este como el puntaje obtenido en pruebas estandarizadas. De manera que no se intenta justificar el uso del concepto «actitudes» en función de mejorar el desempeño, sino en la necesidad social de comprender la relación entre la ciencia escolar y la apropiación de esta como parte de la cultura.

Algunos estudios han tomado como variables exógenas a aquellos elementos que no hacen parte del proceso de enseñanza y aprendizaje como el género, la formación académica de los padres y madres de familia, el nivel socioeconómico de las familias, etc. y los han correlacionado con las actitudes desarrolladas por los estudiantes. Otro conjunto de investigaciones ha realizado este mismo proceso con variables endógenas que son los elementos que están implícitos en la formación escolar, como los contenidos disciplinares, el tipo de estrategias de enseñanza usadas o la formación de los profesores (Hernández, 2012). Estas indagaciones han permitido explorar posibles relaciones entre las actitudes y otros elementos.

Una de las variables más importantes, que se ha asociado con las actitudes hacia la ciencia, es el género. En líneas generales, se encuentra que los niños sostienen actitudes más favorables que las niñas (Vázquez y Manassero, 2008). Sin embargo, en este aspecto como en otros, los estudios sobre las actitudes hacia la ciencia no son del todo concluyentes y muestran diferencias entre países. Por ejemplo, Hernández (2012) y Afanador (2014) hallaron actitudes positivas frente a la ciencia entre estudiantes de educación secundaria en Colombia mientras que Pelcastre, Gómez y Zavala (2015) encontraron actitudes negativas hacia ella en estudiantes de un grado escolar muy similar en México. Si bien esto puede estar relacionado con el uso de metodologías e instrumentos diferentes, también podría obedecer a diferencias culturales que no son del todo claras.

Por otra parte, se sabe que los niños desarrollan actitudes hacia la ciencia desde una edad muy temprana. Sin embargo, son pocos los estudios entre diversas poblaciones que permitan tener una idea clara sobre qué sienten los niños y niñas con respecto a la ciencia y cómo y cuándo se configuran creencias y actitudes hacia ella (Mantzicopoulos y Samarapungava, 2008).

En Colombia son escasos los trabajos de investigación en torno a las actitudes hacia la ciencia, no solo de los niños y jóvenes sino también de los adultos (Hernández, 2012; Afanador, 2014; Quijano, Ayala y Arciniegas, 2016). De manera que existen pocos precedentes para hacer comparaciones con otros países y comprender cómo se están configurando las actitudes de los estudiantes en nuestro contexto. En tal sentido, es importante emprender evaluaciones exploratorias que permitan avanzar en un uso más extendido de este tipo de valoraciones, lo que implica poner a prueba los métodos e instrumentos que han sido propuestos para otros contextos con el fin de validar las posibilidades de su uso en el país.

LA EVALUACIÓN DE LAS ACTITUDES

La evaluación en la escuela puede resultar positiva o negativa dependiendo de la perspectiva que se adopte para desarrollarla e interpretarla. Cuando esta se reduce a ser una medida sobre la cual se señalan una o unas pocas causas, generalmente es un lastre para la educación. Así, cuando los puntajes simplemente identifican al sujeto y buscan en sus procesos cognitivos el agente causal, terminan por perder de vista el bosque y se quedan con los árboles o, en caso extremo, con sus ramas. En ocasiones las correlaciones entre factores terminan por convertirse en relaciones de causa-efecto sin que este paso sea soportado con argumentos válidos. En la educación hay multiplicidad de factores de modo que resulta difícil reducir los problemas de la educación a un solo elemento. Por ejemplo, en el presente estudio se evaluaron las acti-

tudes de los estudiantes hacia la ciencia, pero no se pretendió encontrar la causa de tales ideas, disposiciones y conductas. De lo que se trata el trabajo es de llamar la atención sobre la necesidad de valorar distintos aspectos en la enseñanza de las ciencias y de no reducir la evaluación a los aspectos conceptuales. En este sentido consideramos que los procesos evaluativos contribuyen a mejorar los procesos educativos.

Ordinariamente, el componente que se evalúa en la ciencia escolar es el conceptual y se dejan de lado las emociones, las actitudes y otros elementos desarrollados por los estudiantes ante esta área del conocimiento. Desde luego, evaluar aspectos poco convencionales no es simple porque, en general, los profesores no cuentan con instrumentos para hacerlo. Esto acarrea que las dimensiones del acto educativo terminen por reducirse a los conceptos o, a cuestiones como que las actitudes o las emociones se establecen someramente por medio de percepciones del maestro que no siempre están claramente fundamentadas y que no le permiten hacer una valoración lúcida del grupo.

La mayoría de las evaluaciones de las actitudes son cuantitativas y se han desarrollado diversos instrumentos para valorarlas (Blalock et al., 2008; Kennedy et al., 2016). Uno de los problemas con estos cuestionarios es su extensión ya que pueden sobrepasar la veintena de preguntas. Por otra parte, el lenguaje usado puede ser demasiado complejo para el promedio de los estudiantes, lo que hace difícil su uso extendido. Los cuestionarios empezaron a usarse de manera general en 1970 por Moore y Sutman y, posteriormente, han sido objeto de diversas adaptaciones y mejoras. Algunos de los cuestionarios más conocidos son los de Simpson y Troost (1982); Gogolin y Swartz 1992; Aikenhead, Ryan y Fleming (1989), y Bennett (2001), entre otros más recientes. En cada caso, se enfatizan aspectos particulares como la naturaleza de la ciencia o la relación de la ciencia y la tecnología.

Uno de los problemas para evaluar las actitudes es que los sujetos no son conscientes de ellas, de modo que no pueden hacerlas explícitas. De manera que, quien intenta establecerlas debe inferirlas a partir de la forma en que un individuo responde a un enunciado

o una situación hipotética. Vale la pena recordar que las actitudes son predisposiciones para actuar de cierta manera las cuales se observan indirectamente en la conducta de los sujetos. De esta manera, los estudiantes pueden estar, por ejemplo, «dispuestos y preparados para», «abiertos de manera permanente a», «interesados en», etc. En este sentido deben plantearse enunciados o situaciones que permitan inferir las actitudes.

Para esto se han propuesto diversos instrumentos que, básicamente, usan escalas de tipo Likert y diferenciales semánticos. Estos cuestionarios invitan a los participantes para que expresen su grado de acuerdo con respecto a algunos enunciados, en una escala que generalmente va de 1 a 5, siendo 1 el menor acuerdo y 5 el máximo. Algunos cuestionarios incluyen diferenciales semánticos en los que el participante expresa su afinidad con respecto a una palabra o frase en una escala que tiene en sus extremos dos adjetivos opuestos.

UN CASO DE EVALUACIÓN DE ACTITUDES HACIA LA CIENCIA ESCOLAR

A continuación, se presentan los resultados del uso de un instrumento entre un grupo de estudiantes de educación básica primaria y secundaria. Estos resultados parciales hacen parte del proceso de validación de un instrumento de reciente elaboración, que fue traducido para su uso en esta investigación y el cual se decidió tras la revisión de diversos instrumentos que permitió identificar que este facilita evaluar diferentes aspectos usando pocos enunciados.

El instrumento original, *School Science Attitude Survey* —SSAS—, fue desarrollado por Kennedy, Quinn y Taylor (2016) a partir de una revisión de diversos instrumentos para evaluar las actitudes hacia la ciencia escolar. Tras la evaluación de los instrumentos y de su validez estadística, los autores propusieron un nuevo instrumento de 10 ítems, que se consideró que lograban abarcar aspectos

claves de las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia en la escuela. Cabe anotar que, en su versión original, el documento está pensado para ser implementado a través de la web, pero no tiene que ser necesariamente así, pues, por ejemplo, no usa ningún tipo de interactividad y plantea preguntas que pueden ser implementadas en cuestionarios de lápiz y papel. Los elementos que se propone evaluar el SSAS son los siguientes:

- *Disfrute percibido de la ciencia escolar.*
- *Percepción de la dificultad de la ciencia escolar.*
- *Percepción de la autoeficacia del estudiante en la ciencia escolar.*
- *Percepción de la relevancia de la ciencia escolar para la vida cotidiana del estudiante.*
- *Percepción de la utilidad de la ciencia escolar para la futura carrera del estudiante.* (Kennedy et al., 2016, p. 4)

Los anteriores aspectos fueron establecidos a partir de la revisión de investigaciones previas y, con base en ellos, Kennedy, Quinn y Taylor (2016) consideraron que una evaluación de las actitudes hacia la ciencia escolar lo más completa posible debería tener en cuenta estos cinco aspectos y establecer mecanismos para valorarlos. Eso precisamente hace el SASS, de modo que se constituye en un instrumento de fácil implementación por su brevedad y muy completo pues abarca aspectos claves.

La evaluación no pretendió hacer un seguimiento uno a uno de los estudiantes ni estuvo vinculada con el currículo, sino que se enfocó en evaluar, a modo de diagnóstico, aspectos más generales sobre el sentido y el significado que dan los estudiantes a la ciencia. El proceso se dio en el marco de la realización de actividades complementarias a la jornada escolar, diseñadas e implementadas por el Planetario de Bogotá, en convenio con la Secretaría de Educación del Distrito.

En tal sentido, la evaluación buscó dar la posibilidad, a quienes diseñaron y realizaron actividades, de reflexionar sobre elementos

cognitivos, afectivos y actitudinales presentes durante las sesiones con los niños y jóvenes. Se esperaba que, a partir de las fortalezas y dificultades generales, se pudieran señalar aspectos claves para avanzar en un diseño de sesiones más acorde con las necesidades y expectativas de los estudiantes. En otras palabras, la evaluación se orientó a enriquecer las perspectivas y el conocimiento de quienes llevaron a cabo tales acciones educativas e hicieron posible su cambio.

El SSAS fue traducido por el equipo de investigadores y sometido a revisión por expertos en educación científica. Con base en las observaciones se elaboró un instrumento en español que fue aplicado a un total de 785 estudiantes de diversos grados de escolaridad. La distribución de la implementación de la encuesta se dio de la siguiente manera: Ciclo I-II: 131; Ciclo II: 346; Ciclo III: 250; Ciclo IV: 58. El mayor número de aplicaciones se dio en el ciclo II debido a que hubo un mayor número de niños participantes de este nivel.

Los datos recolectados por medio de las encuestas aplicadas fueron sistematizados y luego tratados con el programa estadístico LERTAP 5 (*Laboratory of Educational Research Test Analysis Package*). Para este proceso se apeló a los parámetros establecidos por la teoría clásica de los test utilizada en psicometría. Este modelo desarrollado por Spearman es usado en el campo práctico de la evaluación psicológica y educativa ya que proporciona modelos para las puntuaciones de las encuestas (Navas, 1994). Es decir, dado que el objetivo fue determinar la relación existente entre las variables no fácilmente medibles u observables a ser estudiadas y su puntuación observada en los test o encuestas, permitió realizar inferencias sobre algunas características que poseen los estudiantes del rasgo inobservable o latente y que estiman los instrumentos utilizados a partir de las respuestas que los estudiantes han dado a los ítems que las conforman (Chacón y Pérez-Gil, 2008). Las encuestas se calificaron sumando el puntaje asignado, según la polarización de las respuestas de cada pregunta resuelta por los estudiantes dentro de cada encuesta, y calculando la media.

Resultados

Los resultados de implementación del SASS en general fueron positivos, lo que indica que hay actitudes positivas en los estudiantes con respecto a la ciencia escolar. Como se muestra en la Tabla 1.1 los estudiantes obtuvieron una media de 45,45 puntos de un total de 56 puntos posibles, lo que equivaldría en una escala de 1 a 10, siendo 1 el valor más bajo, a 8,1 puntos.

Tabla 1.1 | Resumen del comportamiento de la encuesta SASS

Estudiantes evaluados (n):	785	
Puntaje más bajo obtenido:	10,00	(17,9 %)
Puntaje más alto obtenido:	56,00	(100,0 %)
Media del puntaje total de los estudiantes:	45,45	(81,2 %)
Desviación estándar:	6,80	(12,1 %)
Número de Ítems o preguntas:	10	
Mínimo puntaje posible:	10,00	
Máximo puntaje posible:	56,00	
Fiabilidad (Coeficiente Alfa de Cronbach):	0,70	Aceptable

Para los tres primeros enunciados del cuestionario se les pidió a los estudiantes que marcaran, en una escala graduada en siete niveles (escala de diferencial semántico), hacia cuál calificativo se inclinaba su respuesta con relación a la frase sugerida. Adicionalmente, se presentaron los adjetivos contrarios como opciones.

Los enunciados fueron los siguientes:

1. Para la profesión que pienso seguir, los conocimientos de ciencias en el colegio serán: Inútiles/Necesarios.
2. Pienso que la ciencia es: Aburrida/Divertida.
3. Pienso que para mi vida diaria o cotidiana la ciencia es: Inútil/Aplicable.

El flujo de opciones de dichas preguntas se presenta en la Tabla 1.2:

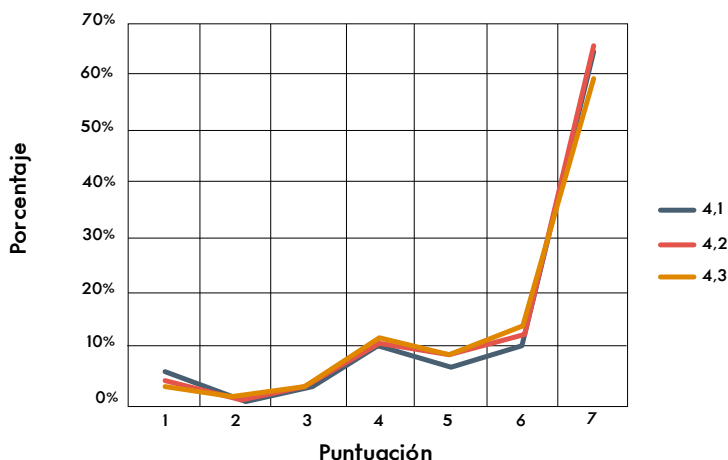
Tabla 1.2 | *Ubicación en la escala de diferencial semántico (análisis enunciados 1-3)*

	1	2	3	4	5	6	7	Otro	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
1	5 %	1 %	2 %	10 %	7 %	10 %	64 %	1 %	5,97	1,70	0,33
2	3 %	1 %	3 %	10 %	9 %	12 %	62 %	1 %	6,07	1,47	0,53
3	3 %	1 %	3 %	11 %	9 %	13 %	59 %	1 %	5,99	1,53	0,51

De acuerdo con los resultados de este conjunto de enunciados (Gráfica 1.1) se puede inferir que los estudiantes encuentran que los conocimientos científicos son necesarios y aplicables y que la ciencia es divertida.

Gráfica 1.1

Flujo de opciones (ubicación en la escala de diferencial semántico)



En otro conjunto se presentaron los siguientes enunciados ante los cuales los estudiantes debían marcar su grado, de acuerdo con una escala de entre 1 y 5, siendo 1 el acuerdo más bajo:

39

4. Me gustaría tomar un curso de profundización en ciencias naturales cuando esté en décimo y once.
5. Pienso que soy bueno para las ciencias naturales.
6. Trabajar como científico debe ser interesante.
7. La ciencia ayuda a mejorar nuestra vida.
8. Me gustaría aprender sobre las plantas de mi región.
9. Me gustaría aprender sobre la electricidad y cómo se usa en la casa.
10. Me cuesta esfuerzo cumplir con las actividades y tareas de la clase de ciencias.

La respuesta a la mayoría de los enunciados fue positiva, lo cual puede indicar que los estudiantes valoran positivamente la ciencia al encontrarla socialmente positiva y considerarla interesante. En la Tabla 1.3 se presentan los valores obtenidos en cada una de ellas.

Tabla 1.3

*Ubicación en la escala de
diferencial semántico (análisis
enunciados 4-10)*

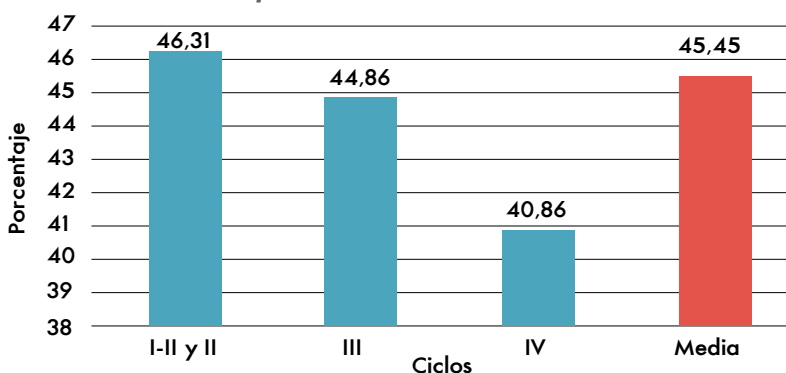
Ítem	1	2	3	4	5	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
4	5 %	4 %	19 %	23 %	48 %	4,04	1,15	0,53
5	5 %	5 %	29 %	27 %	34 %	3,79	1,12	0,30
6	5 %	3 %	14 %	25 %	52 %	4,15	1,12	0,45
7	2 %	2 %	15 %	24 %	57 %	4,32	0,93	0,47
8	5 %	3 %	14 %	21 %	56 %	4,19	1,13	0,45
9	5 %	5 %	12 %	24 %	53 %	4,15	1,14	0,33
10	34 %	12 %	17 %	14 %	22 %	2,79	1,57	-0,07*
*Ítems con una discriminación < 0,3, lo cual indica baja capacidad de discriminación.								

Como se mencionó antes, la implementación de este cuestionario hace parte del proceso, aún en curso, de validación del instrumento para nuestro idioma y para el contexto de la ciudad de Bogotá. En este sentido, la discriminación de los enunciados viene a señalar problemas con algunos de ellos. Se sabe que una discriminación mayor a 0,3 es aceptable, pero cuando el puntaje obtenido se ubica por debajo de ese valor, el enunciado no es apropiado porque no permite establecer diferencias entre los sujetos y, por tanto, carece de valor en términos de investigación. Si bien, la mayoría de los enunciados superó la discriminación esperada, se encontraron algunos que están en el límite y uno que está por debajo. Por lo tanto, para continuar validando este instrumento habrá que revisar la estructura y la polaridad de estas cuestiones.

Al desagregar los datos para cada ciclo² se encuentra que todos los valores son altos y no hay diferencias evidentes entre ellos (Gráfica 1.2). Esto sugiere que no hay cambios en las actitudes hacia la ciencia escolar que puedan relacionarse con el proceso escolar. No obstante, se encuentran ciertas diferencias en ellos como, por ejemplo, en el Ciclo IV el promedio es menor que en los restantes y hay una tendencia general a que el promedio decrezca. Con base en estas ideas preliminares se pueden plantear hipótesis posteriores que podrán ser comprobadas cuando el instrumento se valide y se apliquen los procesos estadísticos apropiados.

La sencillez del cuestionario SSAS permite que sea implementado en grados de escolaridad bajos, lo que resulta valioso al momento de hacer comparaciones entre distintos cursos. Como se sabe, los niños desarrollan actitudes hacia la ciencia desde una edad muy temprana; sin embargo, son pocos los estudios entre diversas poblaciones que permitan tener una idea clara sobre qué piensan los estudiantes con respecto a la ciencia, y sobre cómo y cuándo se configuran sus creencias y actitudes hacia ella (Mantzicopoulos y Samarapungava, 2008).

Gráfica 1.2 | *Promedio de puntajes obtenidos, por ciclos, en la encuesta 4*

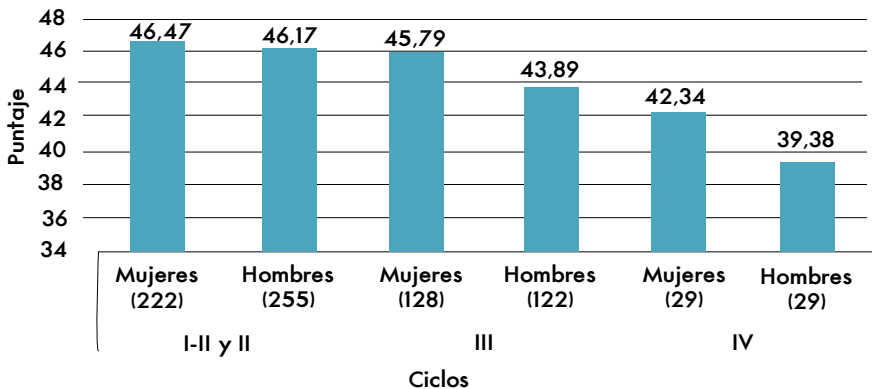


2 El número de encuestas implementadas en los ciclos II, III y IV, respectivamente fue de 477, 250 y 58. Esto implica tener ciertas precauciones al comparar los datos debido a la diferencia en el tamaño de la muestra.

En lo que respecta al género, tampoco se encuentran diferencias evidentes, ya que las principales están contenidas en la desviación estándar obtenida con el conjunto de los datos (Gráfica 1.3). Esto nos permite decir que en la muestra de nuestro diagnóstico no se evidencian diferencias relacionadas con el género y las actitudes hacia la ciencia escolar. Esta característica permite proponer hipótesis preliminares a ser contrastadas posteriormente. Como algunos estudios han indicado, el género es una de las variables más importantes que se ha asociado con las actitudes hacia la ciencia, encontrándose que los niños mantienen actitudes más favorables que las niñas (Vázquez y Manassero, 2008; Jones, Howe y Rua, 2000). Una situación que se relaciona con la imagen estereotípica de la ciencia que la muestra como una actividad masculina. De hecho, algunos estudios indican que la imagen distorsionada de la ciencia se incrementa conforme los niños avanzan en el proceso escolar (Pell y Jarvis 2001; Ebenezer y Zoller, 1993). En términos investigativos, esto plantea la necesidad de hacer estudios comparativos entre grados de escolaridad y género, y en términos pedagógicos y didácticos, esboza el desafío de transformar las prácticas de modo que la escuela promueva una visión más completa de la ciencia y los científicos.

Gráfica 1.3.

Puntajes de actitudes hacia la ciencia, por ciclo y género



La primera fase de validación del SSAS para uso con estudiantes de educación básica primaria y secundaria resultó exitosa. La mayoría de los enunciados presentaron un índice de discriminación apropiado, lo cual indica que son comprensibles para los estudiantes y permiten hacer diferenciaciones entre la población.

El grado de escolaridad mostró un comportamiento similar al que los estudios han referenciado y evidenció que, conforme se avanza en la escolarización, las actitudes positivas hacia la ciencia escolar decrecen. Si bien, esta afirmación no puede por el momento confirmarse estadísticamente, queda planteada la necesidad de ahondar en este problema.

Buena parte de los estudios sobre actitudes han relacionado el género con estas y han encontrado que los hombres tienen actitudes más favorables que las mujeres. En esta implementación del SSAS no se observaron diferencias.

UN CASO DE EVALUACIÓN DE LAS ACTITUDES HACIA LA ASTRONOMÍA

43

La evaluación de las actitudes hacia la ciencia es un concepto que engloba una serie de posibilidades. Una de ellas es la de evaluar las actitudes hacia una disciplina particular. En esta sección se presentan los resultados de la implementación de un instrumento que se enfoca en las actitudes hacia la astronomía. Tal mecanismo se encuentra en proceso de validación para nuestro contexto, de manera que aquí se ofrecen solo resultados parciales.

El instrumento original, *Survey of Attitudes Toward Astronomy* —SATA—, fue desarrollado por Zeilik, Schau y Mattern (1999). El cuestionario evalúa cuatro aspectos: actitudes, competencias cognitivas, valoración y dificultad. Consta de 34 ítems que deben ser calificados en una escala Likert de 1 a 5, siendo 1 el menor grado de acuerdo y 5 el mayor. El cuestionario fue desarrollado inicialmente para el contexto universitario, pero ha venido implementándose en otros escenarios educativos (Okulu y Oguz-Unver, 2011). El instrumento cuenta

con cuestionarios pre y post porque inicialmente se planteó usarlo antes y después de un curso de ciencias como una evaluación de su incidencia en las actitudes hacia la ciencia. En este texto se presentan, a manera de diagnóstico, los resultados del pretest.

Resultados y discusión

La implementación del instrumento se llevó a cabo con 376 estudiantes pertenecientes a los ciclos educativos II, III y IV, esto es: estudiantes entre tercero y noveno grado de educación básica. El instrumento propuso una serie de enunciados que los estudiantes debían calificar en una escala de acuerdo con Likert. Los instrumentos se adaptaron para este ciclo usando figuras del sistema *Self-Assessment Manikin* —SAM— (Bradley y Lang 1994) para facilitar el diligenciamiento.

En total se aplicaron 376 encuestas. El número de encuestas aplicadas fue el siguiente: Ciclo II: 1; Ciclo III: 364; Ciclo IV: 11. Como se ve, la implementación del cuestionario entre grados no fue homogénea. Se puede afirmar que el resultado de la aplicación del instrumento fue positivo. La media del puntaje fue de 123,05 de un total de 170 puntos posibles (Tabla 1.4). Esto indica que hay actitudes favorables de los estudiantes hacia la astronomía.

Tabla 1.4 | *Comportamiento de la implementación del SATA*

Estudiantes evaluados(n):	376	
Puntaje más bajo obtenido:	84,00	(49,4 %)
Puntaje más alto obtenido:	170,00	(100,0 %)
Media del puntaje total de las sesiones evaluadas:	123,05	(72,4 %)

Desviación estándar:	19,42	(11,4 %)
Número de ítems o preguntas:	34	
Mínimo puntaje posible:	34,00	
Máximo puntaje posible:	170,00	
Fiabilidad (Coeficiente Alfa de Cronbach):	0,86	Bueno

En cuanto a la pertinencia del instrumento, se encontró que su fiabilidad es buena (Coeficiente Alfa de Cronbach: 0,86), de manera que el instrumento puede recomendarse para ser usado en procesos futuros. No obstante, es necesario hacer ajustes en la redacción de algunos enunciados. En este sentido, en la Tabla 1.5 se discrimina el flujo de valores para cada pregunta y se presentan los datos de dificultad y discriminación de cada una.

Tabla 1.5 | Porcentaje de acuerdo y análisis (preguntas 1 a 34)

Ítem	1	2	3	4	5	Vacía	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
1	5 %	9 %	26 %	23 %	36 %	1 %	+	3,76	1,17	0,26
2	24 %	9 %	26 %	25 %	16 %	1 %	-	3,00	1,39	0,35
3	5 %	6 %	23 %	28 %	36 %	2 %	+	3,84	1,12	0,32

Ítem	1	2	3	4	5	Vacía	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
4	38 %	10 %	16 %	14 %	21 %	2 %	-	3,30	1,58	0,41
5	34 %	14 %	18 %	14 %	18 %	2 %	-	3,32	1,50	0,42
6	53 %	7 %	18 %	11 %	9 %	1 %	-	3,84	1,40	0,56
7	6 %	5 %	19 %	25 %	45 %	1 %	+	3,98	1,16	0,42
8	10 %	6 %	15 %	23 %	44 %	1 %	+	3,86	1,31	0,12*
9	42 %	12 %	19 %	14 %	13 %	1 %	-	3,57	1,46	0,50
10	5 %	3 %	9 %	19 %	62 %	1 %	+	4,30	1,11	0,31
11	37 %	7 %	18 %	12 %	24 %	2 %	-	3,22	1,61	0,31
12	20 %	8 %	23 %	18 %	31 %	1 %	-	2,70	1,48	0,12*
13	19 %	6 %	21 %	19 %	34 %	1 %	-	2,57	1,48	0,14*
14	49 %	9 %	12 %	11 %	17 %	2 %	-	3,62	1,57	0,57
15	40 %	15 %	22 %	11 %	10 %	2 %	-	3,65	1,35	0,52
16	3 %	2 %	10 %	13 %	70 %	2 %	+	4,46	0,96	0,39
17	35 %	15 %	29 %	11 %	7 %	2 %	-	3,58	1,27	0,47
18	14 %	7 %	25 %	20 %	31 %	2 %	-	2,54	1,37	0,23
19	40 %	13 %	19 %	12 %	12 %	4 %	-	3,56	1,42	0,58
20	6 %	3 %	8 %	13 %	66 %	4 %	+	4,30	1,17	0,24
21	58 %	7 %	10 %	7 %	15 %	4 %	-	3,87	1,51	0,51
22	60 %	7 %	11 %	6 %	13 %	3 %	-	3,94	1,47	0,52

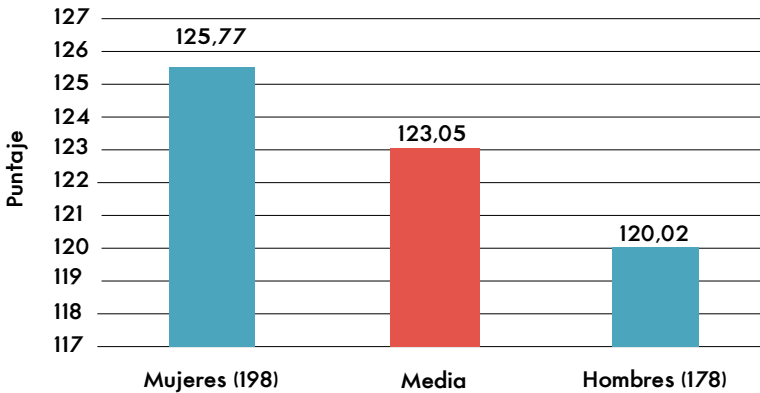
Ítem	1	2	3	4	5	Vacía	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
23	21 %	8 %	29 %	15 %	24 %	3 %	-	2,85	1,42	0,12*
24	6 %	7 %	20 %	23 %	41 %	3 %	+	3,87	1,20	0,30
25	36 %	9 %	18 %	15 %	19 %	3 %	-	3,27	1,54	0,39
26	55 %	9 %	12 %	9 %	11 %	5 %	-	3,88	1,44	0,56
27	5 %	3 %	11 %	15 %	60 %	5 %	+	4,20	1,15	0,30
28	35 %	13 %	24 %	14 %	8 %	6 %	-	3,53	1,32	0,50
29	2 %	2 %	6 %	18 %	66 %	6 %	+	4,44	0,92	0,38
30	3 %	3 %	17 %	22 %	49 %	6 %	+	4,11	1,04	0,26
31	41 %	9 %	23 %	11 %	10 %	7 %	-	3,60	1,36	0,54
32	11 %	12 %	29 %	16 %	26 %	7 %	+	3,33	1,28	0,19*
33	31 %	13 %	24 %	13 %	13 %	7 %	-	3,37	1,36	0,47
34	7 %	7 %	20 %	17 %	42 %	7 %	+	3,81	1,24	0,27
*Ítems con una discriminación < 0,3, lo cual indica baja capacidad de discriminación.										

Los ítems que están destacados con color rojo son aquellos en los que estadísticamente se identifican problemas. La posible explicación es que la redacción de los enunciados no es clara o hay representaciones en los estudiantes que impiden dar una respuesta correcta a la pregunta. En cualquier caso, es preciso reestructurar estos enunciados para continuar con el proceso de validación.

Como ya se indicó, uno de los factores que más llama la atención en los estudios sobre actitudes hacia la ciencia es el género debido a su importancia política. En este caso, los datos se contrastaron con el género de los estudiantes y se encontró que la puntuación de las mujeres es mayor que la de los hombres (Gráfica 1.4). Debido a las dificultades en el proceso de recolección, no se estimó apropiado presentar un análisis más allá de los descriptivos para este instrumento, por lo tanto, las diferencias halladas no tienen un análisis estadístico que permita inferir conclusiones sobre la población estudiada. Por el momento, solamente cabe indicar que es posible plantear hipótesis de trabajo que puedan comprobarse conforme avance el proceso de validación.

Gráfica 1.4

Resultados de la encuesta de actitudes hacia la astronomía por género



Conclusiones preliminares

La implementación SATA es satisfactoria debido a que se encontraron niveles buenos y aceptables de discriminación de las preguntas, así

como un coeficiente de confiabilidad bueno. Sobre esta base es posible avanzar en la validación del instrumento para su uso en el contexto de la educación secundaria de Bogotá.

El uso de un instrumento de este tipo permite evidenciar que las actitudes hacia la ciencia pueden descomponerse en actitudes hacia disciplinas específicas y pueden hacerse evaluaciones que permitan identificar disposiciones diferenciales hacia ellas. Como algunos estudios refieren, las actitudes hacia algunas áreas de las ciencias, como la biología, tienden a ser mayores que frente a otras como la física o la química. Establecer estas diferencias es un punto de partida para adelantar acciones educativas tendientes a mejorar las actitudes hacia disciplinas específicas.

Por el momento, no es posible confirmar que existan diferencias en las actitudes hacia la astronomía entre hombres y mujeres, no obstante, se observó una tendencia en la que las mujeres presentan actitudes más favorables hacia la ciencia. Esto es un punto de partida para incrementar la promoción de la ciencia entre las mujeres y revertir los estereotipos que la sitúan como una actividad masculina.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Luego de esta breve reflexión sobre las posibilidades de la evaluación en el aula, la importancia de las actitudes hacia la ciencia y la presentación de dos casos de implementación de cuestionarios sobre actitudes, esperamos que el lector se platee varias inquietudes sobre lo que significa enseñar y aprender ciencias. Como se mencionó al inicio de este capítulo, enseñar no es una tarea que pueda reducirse a la transmisión correcta de un mensaje, sino que involucra diversos aspectos y está imbricada en el contexto social, cultural y político en que se da.

Las circunstancias actuales reclaman de la enseñanza de las ciencias, por lo menos en la escuela primaria y secundaria, no solo el aprendizaje de conceptos sino también el desarrollo de sentimientos positivos hacia ella que se traduzcan en un interés permanente por aprender

ciencias y acercarse a ellas. En tal sentido, la ciencia debe concebirse no solo como un *corpus* de conceptos y teorías, sino, ante todo, como un método para conocer el mundo. Esto requiere el desarrollo de habilidades, destrezas y capacidades para que cada sujeto comprenda y use en diversos grados a la ciencia.

En la medida en que se amplía la perspectiva sobre lo que significa la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, se vuelve necesario evaluar otros aspectos que tradicionalmente no se tienen en cuenta. Así, los procesos evaluativos requieren, por ejemplo, de la integración de nuevos conceptos que permitan valorar dimensiones que no son estrictamente conceptuales. Las actitudes hacia la ciencia son algunos de estos conceptos que se proponen para evaluar disposiciones, sentimientos y conductas que los niños y jóvenes pueden asumir frente a la ciencia. Se plantea entonces la necesidad de que los maestros aprehendan estos conceptos para integrarlos a su práctica educativa.

50

Si bien existen múltiples investigaciones sobre actitudes en otros países, sobre todo en el primer mundo, en países menos desarrollados, como los de América Latina, son escasos los estudios sobre este particular. El trabajo que aquí se presentó es parte de un proceso para validar algunos instrumentos, pero, sobre todo, es un esfuerzo por ampliar su uso. No siempre estos instrumentos tienen que ser usados con fines investigativos amplios, sino que pueden utilizarse como herramientas del profesor para su trabajo en el aula al potenciar sus reflexiones y acciones educativas. Para tal efecto, y como resultado del proceso se revisaron los instrumentos aplicados y se presentan como anexo las versiones ajustadas de los dos cuestionarios utilizados (anexos 1 y 2).

REFERENCIAS

Acevedo-Díaz, J. (2007). Las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología en el estudio PISA 2006. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 394-416.

- Afanador, A. (2014). Actitudes hacia la ciencia y grado de motivación en estudiantes adultos de secundaria de educación distrital formal. *Revista Científica*, 18, 34-49.
- Ajzen, I. y Fishbein, M. (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Ali, M. M., Yager, R. E., Hacieminoglu, E., y Caliskan, İ. (2013). Changes in student attitudes regarding science when taught by teachers without experiences with a model professional development program. *School Science and Mathematics*, 113(3), 109-119.
- Blalock, C., Lichtenstein, M., Owen, S., Pruski, L., Marshall, C. y Toepperwein, M. A. (2008). In pursuit of validity: A comprehensive review of science attitude instruments 1935-2005. *International Journal of Science Education* 30(7), 961-977.
- Bradley, M. M., y Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Cárdenas, F. (2012). Del conocimiento declarativo al conocimiento funcional: la necesidad de una transformación didáctica. *Actualidades Pedagógicas*, 60, 193-214.
- Ebenezer, J. V. y Zoller, U. (1993). Grade 10 students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 175-186.
- Ezquerro, A. y Fernández-Sánchez, B. (2014). Análisis del contenido científico de la publicidad en la prensa escrita. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 275-289.
- Ezquerro, A., Fernández-Sánchez, B. y Magaña, M. (2015). Verdad, mentira... verdad, mentira... Enséñame a decidir. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 81, 9-16.
- Furió, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación Química*, 17(Extra 1), 222-227.

- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.
- Hacieminoglu, E. (2016). Elementary school students' attitude toward science and related variables. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(2), 35-52.
- Jones, G., Howe, A. y Rua, M. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes towards science and scientists. *Science Education*, 84, 180-192.
- Mantzicopoulos, P., Patrick, H. y Samarapungavan, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*, 23(3), 378-394.
- Medawar, P. (1984). *Los límites de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- OCDE. (2006). PISA 2006 Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. México: OCDE.
- Oh, P. S., y Yager, R. E. (2004). Development of constructivist science classrooms and changes in student attitudes toward science learning. *Science Education International*, 15(2), 105-113.
- Okulu, H. y Oguz-Unver, A. (2011). Determination of the teacher candidates attitudes toward astronomy. *Western Anatolia Journal of Educational Science*, (número especial), 107-112.
- Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Pelcastre, L., Gómez, A. y Zavala, G. (2015). Actitudes hacia la ciencia de estudiantes de educación preuniversitaria del centro de México. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 475-490.
- Pell, T. y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23, 847-862.

- Polino, C. (2011). *Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Pozo, I. y Gómez, M. (2004). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Quijano, M., Ayala, J. y Arciniegas, Y. (2016). Las clases de ciencias e intereses de aprendizaje, estudiantes de octavo grado de la educación básica secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 94-102.
- The Research Business (1994). *Views of science among students, teachers and parents*. London: Institution of Electrical Engineers.
- Vázquez, A. y Manassero, A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Vázquez, A. (2011). Los estudiantes y las materias científicas. En: C. Polino, (ed.). *Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Wang, T. L. y Tseng, Y. K. (2015). Do thinking styles matter for science achievement and attitudes toward science class in male and females elementary school students in Taiwan? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(3), 515-533.
- Zeilik, M., Schau, C. y Mattern, N. (1999). Conceptual astronomy. II. Replicating conceptual gains, probing attitude changes across three semesters. *American Journal of Physics*, 67(10), 923-927.

A close-up photograph of several hands reaching out towards the center of the frame. The hands are of different skin tones. One hand in the foreground is wearing a blue denim sleeve. Another hand is wearing a camouflage patterned sleeve. The background is a blurred workshop or factory setting with various tools and equipment.

CAPÍTULO 2



FOTO: NASA/JOEL KOWSKY

ENSEÑAR CIENCIAS NATURALES, UN CAMINO EMOCIONANTE

EL AULA COMO LUGAR DE EXPERIMENTACIÓN

*«Por una educación libre como antídoto de la
violencia y la miseria»
Héctor Abad Gómez*

56

En el mundo, más de dos mil millones de niños van a la escuela diariamente, en lo que constituye el experimento más grande de aprendizaje (Sigman, Peña, Goldin, y Ribeiro, 2014). De estos niños y niñas (0 a 14 años), casi 13 millones son colombianos, es decir, más del 25 % de la nación (DANE, 2015). Sin embargo, esta población se desarrolla con una educación desigual que aumenta la brecha social. Dicha brecha se manifiesta en la distancia entre los puntajes obtenidos en ciencias y matemáticas, en las pruebas PISA y Saber durante la última década, de estudiantes de educación pública y privada, además de una desigualdad según el género, que no ha sido objeto de análisis e investigación (De Zubiría, 2014). Esta discrepancia en la educación escolar de las naciones corresponde a uno de los problemas más graves de la humanidad.

Ante esta situación, una opción de cambio es la *educación basada en la evidencia*, en donde la toma de decisiones educativas siga un modelo *triádico* en el que se combinen la evidencia científica obtenida en estudios de investigación, la experiencia en aula de los profesores y las

preferencias, junto con las emociones, de los estudiantes (Hederich, Bernal, y Camacho, 2014). Esto con el fin de alcanzar metas ambiciosas que permitan profundizar en la investigación pedagógica y por ende lograr descubrimientos importantes que puedan traducirse en la mejora social, afectiva y cognitiva de los estudiantes (Sigman, Peña, Goldin, y Ribeiro, 2014).

La investigación en educación científica escolar constituye una frontera casi sin explorar en nuestro país. Los estudios en el aula hacen posible que investigadores y profesores puedan observar los diferentes efectos de las intervenciones educativas, al relacionarlos con los resultados e informar de manera simultánea sobre la práctica efectiva y la construcción de conocimientos fundamentales acerca de las formas en que los niños y jóvenes aprenden y se desarrollan (Fischer et al., 2007). Por esta razón, la indagación en este campo es fundamental para entender la práctica pedagógica y cómo el aula puede servir como lugar de experimentación (Sigman, Peña, Goldin, y Ribeiro, 2014; Anderson y Herr, 2007).

Por otro lado, la comunidad científica hace un llamado a romper la burbuja en la que desarrolla su trabajo, con la intención de construir conocimiento para todos al comprometer la ciencia con los problemas de la sociedad. Así, la educación científica de calidad en todos los niveles sociales, junto a la investigación, pueden ayudar a quienes se vean perjudicados por ciertos productos de la ciencia y la tecnología (Nature, 2017).

NEUROEDUCACIÓN: REVOLUCIÓN DE LAS EMOCIONES EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

La educación, con ayuda de la neurociencia —definida como *neuroeducación*— trata de establecer puentes cercanos entre el funcionamiento del cerebro, la psicología y la conducta para encontrar vías que permitan aplicar en el aula los avances sobre los procesos asociados al aprendizaje y la memoria, tales como la emoción, la curiosidad y la

atención (Mora, 2013). Lo anterior puede permitir la construcción de bases compatibles con una nueva visión del aprendizaje y estimular procesos educativos más eficientes (Gerdes, Tegeler, y Lee, 2015; Guillen, Pardo, Miravalles, Hernández, y Trinidad, 2015; Mora, 2013).

El campo de la educación en ciencias naturales puede beneficiarse al reflexionar sobre cómo estos nuevos conocimientos y recursos redefinen el potencial pedagógico de la enseñanza y el aprendizaje, al «tocar» la vida de los estudiantes para ser no solo más apasionados, sino también más justos y críticos mediante el conocimiento científico (Zembylas, 2016). Con esta perspectiva, y en el marco del proyecto que sirvió como fundamento para el desarrollo del trabajo que se presenta, desde el Planetario de Bogotá se ha apostado a que en sus procesos pedagógicos, junto a una construcción adecuada de la naturaleza de la ciencia, se favorezcan actitudes positivas hacia la ciencia y la astronomía en simultáneo con la regulación de las emociones con el fin de promover que, en conjunto, se facilite un crecimiento integral (afectivo, cognitivo y práctico) de los participantes.

Los contextos que rodean a las instituciones educativas distritales intervenidas por el Planetario de Bogotá tienen en común la pobreza en la que se desarrolla gran parte de la población atendida. Esto repercute en los estudiantes debido al estrés crónico del día a día y tiene efectos adversos sobre sus capacidades cognitivas y emocionales, ya que el rendimiento académico puede estar mediado por la capacidad de una persona para regular las emociones (Hair, Hanson, Wolfe, y Pollak, 2015; Martin y Ochsner, 2016). Además, en la dinámica escolar son habituales las emociones tanto agradables o positivas (disfrute, esperanza, orgullo, alegría y sorpresa) como las desagradables o negativas (enfado, ansiedad, vergüenza, desesperación, aburrimiento, miedo y tristeza) que están profundamente arraigadas en la biología humana (Ostrosky y Vélez, 2013). Este tipo de emociones guiaron la evolución del cerebro, en términos de los circuitos neuronales, y contribuyen a los comportamientos relacionados con las funciones de supervivencia (LeDoux, 2012b). La conducta emocional ha permitido que los or-

ganismos hagan frente a los desafíos y oportunidades en sus entornos (Damasio 2005; LeDoux, 2012a; LeDoux, 2012b), sin embargo, la realidad que hoy vive la única especie sobreviviente del género *Homo*, es obviamente diferente a la de hace 150 000 años.

Las emociones pueden ser comprendidas como experiencias de vida corta, producto de estados subjetivos, que provocan cambios coordinados en los pensamientos de las personas, sus acciones y sus respuestas fisiológicas. Es decir, la emoción está acompañada por una reacción corporal (por ejemplo, aumento del ritmo cardíaco), en una respuesta evaluativa ante algún evento o estímulo, y es conducida por el juicio instintivo sobre las circunstancias que la rodean (Fredrickson y Branigan, 2005; Valiente, Swanson, y Eisenberg, 2012). Una clasificación, que resulta útil para entender los tipos de emociones que se logran distinguir, es la de Antonio Damasio (2005), quien propone que se pueden dividir en tres categorías con límites porosos o anidados: emociones de fondo, emociones primarias y emociones sociales.

Las *emociones de fondo* son difícilmente visibles en nuestro comportamiento, aunque sean muy importantes para la regulación. La energía o entusiasmo, el desánimo, el nerviosismo y la tranquilidad son algunos de sus representantes y, además, son habituales en la escuela. Para identificarlas se evalúa el perfil de movimientos de todo el cuerpo, expresiones faciales y la prosodia, que, en conjunto, representan un significado.

Las *emociones primarias* son más fáciles de apreciar porque es posible identificarlas al mirar la cara de un estudiante. La expresión muscular del rostro refleja cada una de las siguientes emociones: miedo, ira, asco, tristeza, sorpresa y alegría. Regularmente son las primeras las que vienen a la mente cuando se piensa en las emociones y, al igual que los patrones de comportamiento que las definen, son constantes en diferentes culturas y especies.

Las *emociones sociales* incluyen la vergüenza, el orgullo, la ansiedad, la desesperación, el aburrimiento, la culpabilidad, los celos,

la envidia, la simpatía, la gratitud, la admiración, la indignación y el desdén, entre otras, e incorporan respuestas que son parte de las emociones primarias y de fondo. Además, están presentes en otros animales, por ejemplo, en el orgulloso andar del miembro dominante de un grupo o en el sometimiento del individuo dominado. Estas conductas complejas, en ausencia de lenguaje e instrumentos de cultura, podrían ser una impronta en el genoma de determinadas especies.

La mayoría de las emociones afines con el aprendizaje y el logro académico de los estudiantes se consideran emociones de logro porque se relacionan con comportamientos y resultados que normalmente se juzgan según estándares, tanto por los propios estudiantes como por los profesores. Estas pueden agruparse de acuerdo con su valencia (positiva frente a negativa o agradable frente a desagradable), al grado de activación implicado (activación frente desactivación), junto a la actividad y el resultado del enfoque. Utilizando estas dimensiones, las emociones de logro pueden organizarse en una taxonomía tridimensional (Tabla 2.1). Asimismo, se podrán diferenciar algunas emociones según el objeto del enfoque para alcanzar dicho campo de acción o conducta. Sin embargo, no todas las emociones en los entornos educativos son emociones de logro (Pekrun, Frenzel, Goetz, y Perry, 2007).

Tabla 2.1. *Taxonomía tridimensional de las emociones de logro*

	Emoción positiva. Agradable		Emoción negativa. Desagradable	
Objeto del enfoque	Activación	Desactivación	Activación	Desactivación
Actividad de enfoque	Disfrute	Relajación	Enfado	Aburrimiento
			Frustración	

	Emoción positiva. Agradable		Emoción negativa. Desagradable	
Resultado del enfoque	Alegría	Agrado	Ansiedad	Tristeza
	Esperanza	Alivio	Vergüenza	Decepción
	Orgullo		Enfado	Desesperación
	Gratitud			
Tomada y traducida de Pekrun, Frenzel, Goetz, y Perry (2007, p. 16).				

Por otro lado, en los humanos se ha demostrado el papel importante de la amígdala cerebral, el hipocampo y la corteza prefrontal en el procesamiento de la memoria implícita y explícita (ambas ligadas a estímulos emocionales) (Rajmohan y Mohandas, 2007; Morgado, 2005). De este modo, toma sentido el promover la generación de emociones en la educación, sobre todo positivas, puesto que la relación cotidiana entre emoción y razón establece nuestras vivencias, ya que todo sistema racional tiene un fundamento emocional (Ramírez-Olaya, 2017; Maturana, 2005). Los individuos, al analizar el pasado e indagar en sus recuerdos, fácilmente se percatarán de que cada momento guardado en su memoria es más intenso en detalles y más fácil de recordar si estuvo asociado a un estado emocional profundo (Almaguer-Melián y Bergado-Rosado, 2002).

Las emociones pueden favorecer u obstruir la dinámica de las interacciones que resultan en los procesos de aprendizaje y la memoria de los estudiantes (Mora, 2013; Rajmohan y Mohandas, 2007; Damasio, 2005; Maria, Santos, y Mortimer, 2003, Gagliardi, 1994). Estos procesos se ven favorecidos notablemente cuando concurre una fuerte motivación y un estado emocional adecuado (Almaguer-Melián y Bergado-Rosado, 2002). Por ejemplo, la manera como se siente mentalmente el estudiante en las clases puede moldear la forma en que piensa. De modo que las emociones pueden promover el aprendizaje, al enfocar y conservar la atención, así como contribuir con el afianzamiento de la codificación. También se puede inhibir el aprendizaje mediante el bloqueo de estos procesos cognitivos, como

respuesta a una situación que indispone al estudiante o que va en contra de sus creencias o intereses (Martin y Ochsner, 2016; Gagliardi, 1994). Se hace patente entonces la importancia de la interacción entre emociones, el funcionamiento social y la toma de decisiones y se pone de manifiesto el carácter revolucionario que puede tener la comprensión del papel del afecto en la educación (Immordino-Yang y Damasio, 2007).

Lo que esto significa para la práctica escolar es que los procesos educativos son esencialmente pedagogías de las emociones que están implicadas inevitablemente en la forma en que el conocimiento funciona, tanto en la generación de transformaciones como en la estructuración emocional y afectiva en un contexto social y político en particular (Zembylas, 2016). Sin embargo, se sabe poco acerca de la forma en que las emociones se producen en los ambientes escolares y cómo se relacionan con el aprendizaje durante la clase, junto a las interacciones de los estudiantes y los factores que se asocian con antecedentes de experiencias emocionales durante la instrucción (Bellocchi y Ritchie, 2015).

CUERPO, CONDUCTA Y EMOCIONES EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES

Los profesores, en medio de sonrisas, gritos, agresiones y otras conductas regulares en el aula, pueden percibir que el tono emocional de quien emite un mensaje afectará la expresión corporal del receptor. Esta congruencia afectiva facilita la comprensión en la comunicación (Niedenthal, 2007) y, por tanto, es un punto fundamental en la enseñanza y el aprendizaje. Asimismo, Niedenthal (2007) confirma que existe una relación recíproca entre la expresión corporal de la emoción y la forma en que la información emocional es atendida e interpretada. Las evidencias de la relación que se genera entre la corporeidad o experiencia consciente del cuerpo y el aprendizaje permiten entender que

buena parte de los procesos del pensamiento se generan desde la base vivencial y relacional (Toro y Niebles, 2013).

Los estudios del comportamiento —como la teoría del aprendizaje— en general, buscan explicar por qué algunos tratamientos actúan como reforzadores positivos y otros negativos con un enfoque pragmático: encontrar lo que a los estudiantes les gusta o no y usarlo según sea el caso. Sobre la base de la teoría etológica se pueden sugerir sucesiones causales para explicar diversos fenómenos que, de otro modo, resultarían enigmáticos en la interacción en el aula. Un gran número de pautas de comportamiento, tanto dentro como fuera de las clases, son explicables, en principio, en términos etológicos establecidos (Stenhouse, 1977). El efecto de las posturas, los gestos, la expresión facial, el tono y la inflexión de la voz o la prosodia (Treasure, 2013) y, en general, los procesos de comunicación no verbal y verbal tienen importancia para la eficacia de los maestros, a pesar de que algunos de estos den por sentado que lo más importante es lo que verbalizan.

El estudio de las emociones en la didáctica de las ciencias incita a que se deban involucrar en las clases elementos metacognitivos y metaemocionales, tanto en el aprendizaje de los estudiantes como en la formación de licenciados (Hernández-Amorós y Urrea-Solano, 2017). Esto para que alumnos y profesores puedan conocer sus emociones, controlarlas y autorregularlas, con el fin de reorganizar las relaciones humanas propias del aula de ciencias naturales (Mortimer, 2003; Mellado, et al., 2014). Las emociones inciden en aspectos claves para la práctica de los docentes, como la cooperación profesional, el desarrollo de la personalidad y la salud psicológica de estos (Pekrun, 2006). Luego de años de abandono, el afecto y los sentimientos hacen parte hoy en día de la agenda de investigación en didáctica de las ciencias. Este giro afectivo o emocional ha permitido el desarrollo de herramientas teóricas y de diferentes enfoques que enriquecen la comprensión de las posibilidades de algunas pedagogías que funcionan en encuentros y prácticas transformadoras (Zembylas, 2016).

En la preparación de docentes, es de especial importancia la empatía, referida como la sensibilización y la comprensión de los estados emocionales y sentimentales de otras personas. En el caso de la conciencia emocional, esta es entendida como la experiencia consciente de las emociones o el reconocimiento de sensaciones corporales, del cuerpo en acción, de sentimientos individuales y de mezclas de sentimientos (Dolan, 2002; Gu, Hof, Friston, y Fan, 2013). Todo lo anterior tiene un objetivo claro: la construcción de una educación que permita la creación de tejido social y afectivo, cimentado desde las aulas de clase, a partir del papel de la escuela como asimiladora y transformadora de la cultura.

REGULACIÓN DE LAS EMOCIONES Y EL ÉXITO EDUCATIVO

64

Pocos estudios incluyen la asociación de las emociones con la competencia académica —junto a la naturaleza y actitudes hacia la ciencia escolar— pues son escasos los datos empíricos de sus relaciones. Los reducidos estudios de la emoción y el rendimiento se han centrado, en gran medida, en la ansiedad y ha habido poca atención teórica y empírica dedicada al tratamiento de otras emociones (Valiente, Swanson, y Eisenberg, 2012). Es decir, tanto la psicología como la investigación educativa han descuidado el lado positivo de la vida afectiva humana (Pekrun, Goetz, Titz, y Perry, 2002). Poder considerar los efectos directos, junto a los moderados e indirectos de las emociones de los estudiantes en su funcionamiento académico, puede proporcionar una comprensión sobre cuándo y en qué circunstancias las emociones están relacionadas con el rendimiento (Valiente, Swanson, y Eisenberg, 2012).

Se ha identificado que el potencial de aprendizaje aumenta con el compromiso estudiantil, definido por Pekrun y Linnenbrink-Garcia (2012) como poner en práctica el esfuerzo y la persistencia, además

de usar la memoria y la atención para pensar conceptos, es decir, compromiso conductual y cognitivo, respectivamente. Este compromiso a su vez incrementa, al ser ajustado a las emociones positivas de los estudiantes asociadas a la personalidad del profesor, la actividad educativa o los conceptos científicos trabajados (Pekrun, Goetz, Titz, y Perry, 2002; Fredrickson y Branigan, 2005; Heddy y Sinatra, 2013; Bellocchi y Ritchie, 2015). Las emociones positivas son fundamentales para la conducta humana y la adaptación. Por un lado, ayudan a prever metas y desafíos al abrir la mente a los pensamientos y la solución de problemas. Por otro lado, pueden proteger la salud al fomentar la resiliencia, crear apegos y sentar las bases para la autorregulación individual, al igual que orientar el comportamiento de grupos o sistemas sociales como la escuela (Pekrun, Goetz, Titz, y Perry, 2002).

En los contextos educativos, las emociones positivas aportan para la configuración de la autorregulación y el desarrollo de los estudiantes, siempre y cuando los licenciados en ejercicio y en formación sean capacitados para alcanzar estos objetivos educativos. La facultad de regular la emoción es clave porque puede aumentar la excitación emocional o la valencia positiva para mejorar el aprendizaje. Además, ayuda a atenuar las respuestas emocionales que podrían estar bloqueando la codificación exitosa de la nueva información. Por tanto, la regulación emocional depende de la interacción de la emoción con la cognición, por lo que se estima que los sistemas de control cognitivo ayudan a mitigar y optimizar las emociones negativas y positivas respectivamente (Martin y Ochsner, 2016).

Aprender cómo las emociones se relacionan con el logro o éxito educativo, definido por Heckhausen (1991) como «la calidad de las actividades o sus resultados, según lo evaluado por algún estándar de excelencia» (citado en Pekrun, Frenzel, Goetz y Perry, 2007, p. 15), puede ser posible si se tiene en cuenta el papel potencial de la regulación emocional comprendida como los intentos activos para mantener o sustituir las emociones, que implican cambiar la forma en que se piensa en el significado de un estímulo emocionalmente competente

o en una situación emocionalmente evocadora, denominada reevaluación. Esta resulta ser una habilidad notable de la vida asociada a los resultados positivos en la adultez (Martin y Ochsner, 2016). Además, el rol de los procesos cognitivos y de motivación, junto a las relaciones en el aula, desempeñan un papel importante en las asociaciones entre las emociones y la consecución de los objetivos propuestos (Valiente, Swanson, y Eisenberg, 2012).

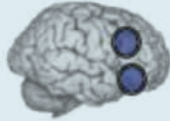
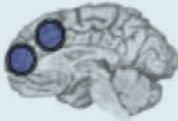
Se ha demostrado que la reevaluación es eficaz para atenuar o mejorar las respuestas afectivas. Una estructura esencial para ello la constituye el complejo amigdalino, el cual está encargado de señalar la presencia de estímulos pertinentes y modular la codificación. También participan otras partes cerebrales como el estriado ventral, asociado al valor de recompensa de los estímulos y la ínsula, una región cortical que procesa información sobre los estados del cuerpo asociados con respuestas afectivas (Martin y Ochsner, 2016). Esta región cerebral está vinculada a lo que Antonio Damasio (2005) denominó «la hipótesis del marcador somático», en donde algunas emociones marcan opciones y consecuencias con señales emocionales positivas o negativas, reduciendo el espacio de la toma de decisiones e incrementando la probabilidad de que la acción se condicione a una experiencia pasada. Esto se debe a que la reactivación física y las respuestas neuronales, implicadas en los procesos sensoriomotores, contribuyen a la conciencia subjetiva y a la toma de decisiones por la activación de la ínsula, lo que posibilita la inclinación a acercarse o evitar un estímulo emocionalmente competente (Gu, Hof, Friston, y Fan, 2013).

También se estima que la reevaluación modula las anteriores estructuras cerebrales mediante el reclutamiento de una red de regiones de la corteza que incluyen: la región prefrontal dorso lateral (dlPFC), la parietal posterior (PPC), la prefrontal ventro lateral (vlPFC), la prefrontal medial posterior (mpPFC) y la corteza cingulada anterior (ACC). No obstante, este conjunto de zonas no es específico para la regulación emocional y es comúnmente activado en tareas

que involucran el control cognitivo de forma más general (Martin y Ochsner, 2016). A modo de resumen Martin y Ochsner (2016) proponen la Tabla 2.2, en la cual organizan los estudios de neuroimagen que identifican los sistemas cerebrales claves ligados a la reactividad emocional y la regulación, además de la función propuesta y los estímulos o contextos ambientales en los que se pueden presentar. Lo anterior es fundamental para empezar a comprender la neurobiología de conductas frecuentes en los estudiantes, que inciden en las relaciones interpersonales o en la dinámica escolar y el éxito educativo.

Tabla 2.2 | *Tipos de sistema cerebral*

	Reactividad emocional	
	 Amígdala e ínsula	 Estriado ventral
Función general	Codifican estímulos destacados	Valora las señales de recompensa
Estímulos o situaciones donde el sistema juega un papel clave	Responden a señales con significación afectiva negativa o positiva Rastrean la amenaza o exposición al estrés y/o trauma	Reacciona a las recompensas potenciales y/o reales Responde a la presencia de compañeros particularmente en la adolescencia

	Regulación cognitiva	
	 dIPFC y vIPFC	 ACC y mPFC
Función general	Regulan la atención selectiva, la memoria de trabajo y la inhibición de respuesta	Monitorean la necesidad de control al dirigir señales afectivas
Estímulos o situaciones donde el sistema juega un papel clave	Apoyan la autorregulación activa de la emoción Apoyan los intentos por parte del cuidador o profesor para proveer sustento regulatorio	Sensibles al conflicto/ discrepancia entre los objetivos regulatorios y el estado emocional actual Involucrados en hacer juicios sobre estados emocionales
Tomado y traducido de Martin y Ochsner (2016, p. 144).		

DIAGNÓSTICO DE EMOCIONES EN LOS CENTROS DE INTERÉS

Para evaluar las emociones de los estudiantes asociadas a las clases, se usó la encuesta «*Evolution Emotions*» de Heddy y Sinatra (2013) compuesta de 65 ítems de escala Likert, con opción de respuesta de 1 a 7, donde 1 era total desacuerdo y 7 total acuerdo. Dichos ítems se distribuían en 8 emociones sociales (disfrute, esperanza, orgullo, enfado, ansiedad, vergüenza, desesperación y aburrimiento). A partir de su traducción y adaptación al contexto colombiano, se generaron cuatro instrumentos.

El objetivo de las encuestas sobre emociones fue conocer parte del sistema afectivo de los estudiantes, asociado con la estructura de la clase y la materia, astronomía y ciencias naturales en general, que estaban aprendiendo. El método consistió en instruir a los alumnos para responder, basados en sus emociones relacionadas con el tema y la clase, sobre cómo se sentían con el contenido visto y la dinámica de las sesiones lideradas por el Planetario de Bogotá.

El punto focal de estas encuestas era explorar la intensidad de las siguientes emociones referidas durante el desarrollo de las clases (Tabla 2.3). Los estudiantes clasificaron los ítems sobre emociones en una escala Likert de 5 puntos (1 muy en desacuerdo a 5 muy de acuerdo).

Tabla 2.3 | *Distribución de emociones por encuesta y cantidad de encuestas implementadas*

Encuesta	Implementadas
Encuesta Disfrute-Esperanza	384
Encuesta Orgullo-Enfado	342
Encuesta Ansiedad-Vergüenza	122
Encuesta Desesperación-Aburrimiento	367
Total	1215

La intención al dividir las ocho emociones exploradas en cuatro encuestas fue evitar el agotamiento de los estudiantes al momento de responder el total de los ítems. Por este motivo, su implementación se realizó en varias clases durante las últimas sesiones propuestas. De toda la población atendida, fueron encuestados 1215 estudiantes de ciclo II a IV, de algunos de los colegios públicos de Bogotá intervenidos por el Planetario. Esto con el fin de realizar la exploración emocional y verificar el comportamiento de las preguntas y las encuestas para posteriores

ajustes tanto prácticos como metodológicos. Los cuestionarios fueron adecuados con el sistema SAM (*Self-Assessment Manikin*) desarrollado por Bradley y Lang (1994), que utiliza imágenes con cierto parecido antropomórfico para expresar valencia emocional, activación (*arousal*) e intensidad. Esto con el fin de que los estudiantes de menor edad pudieran seleccionar sin utilizar intermediarios verbales para describir su experiencia.

ENCUESTA DISFRUTE-ESPERANZA

El objetivo de la Encuesta Disfrute-Esperanza (Anexo 1) fue determinar qué tanto disfrute y/o esperanza evidenciaban los estudiantes en las clases de astronomía impartidas por el Planetario de Bogotá. La capacidad de sentir placer al asistir a clase y pasarla bien debería ser una constante en los colegios en correspondencia innata con el disfrute humano al acompañar y visibilizar los procesos cognitivos durante el desarrollo escolar. Asimismo, debería serlo la sensación de esperanza representada en la confianza, el optimismo y la seguridad que brindan el desarrollo de las clases y los temas trabajados. Esta encuesta estaba orientada a los ciclos II, III y IV, pero en especial se aplicó en los ciclos II y III. La distribución de la implementación de la encuesta por ciclos se dio de la siguiente manera: Ciclo II: 283; Ciclo III: 95; Ciclo IV: 6. Para un total de 384 (n) encuestas efectuadas.

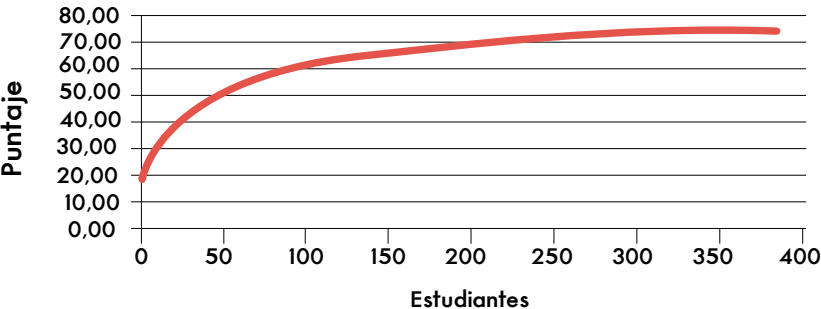
Tabla 2.4 | *Comportamiento Encuesta Disfrute-Esperanza*

Estudiantes evaluados (n):	384	
Puntaje más bajo obtenido:	19,00	(25,3 %)
Puntaje más alto obtenido:	75,00	(100,0 %)

Media o promedio:	64,89	(86,5 %)
Desviación estándar:	11,33	(15,1 %)
Número de ítems o preguntas:	15	
Mínimo puntaje posible:	15,00	
Máximo puntaje posible:	75,00	
Fiabilidad (coeficiente Alfa de Cronbach):	0,94	Excelente

La confiabilidad para la Encuesta Disfrute-Esperanza fue excelente ($\alpha = 0,94$ de Cronbach). Asimismo, la media fue de 64.89, lo cual representa un promedio del puntaje de los estudiantes de 86.5 sobre 100 (Tabla 2.4). Esto evidencia que, en general, hubo un muy buen balance en el disfrute-esperanza de las clases desarrolladas por los tutores del Planetario de Bogotá.

Gráfica 2.1 | *Puntajes obtenidos por los estudiantes encuestados en la Encuesta Disfrute-Esperanza*



La Gráfica 2.1, muestra la distribución del puntaje obtenido por los 384 estudiantes que respondieron la encuesta, organizado de menor a mayor. Se evidencia que 57 estudiantes obtuvieron una puntuación baja, al ser igual o menor a 54 puntos o 72 %, por lo que es probable que estos disfrutaran poco y tuvieran baja esperanza ante las sesiones.

Además, toda la prueba mostró un comportamiento adecuado (Tabla 2.5). Las preguntas oscilaron entre un nivel de dificultad bajo y una discriminación alta. Esto permite afirmar que el instrumento y la mayoría de sus enunciados son adecuados para ser usados en procesos como el que aquí se evaluó.

Tabla 2.5 | *Resultados Encuesta Disfrute (9.1)-Esperanza (9.2)*

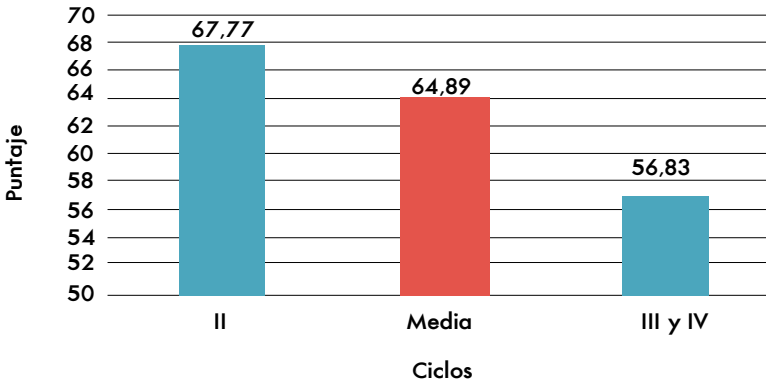
Ítem	1	2	3	4	5	Vacías	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
9.1.1	5 %	2 %	7 %	14 %	72 %	0 %	+	4,46	1,04	0,69
9.1.2	3 %	4 %	7 %	15 %	70 %		+	4,44	1,02	0,67
9.1.3	3 %	2 %	8 %	16 %	70 %	1 %	+	4,46	0,97	0,67
9.1.4	2 %	4 %	10 %	18 %	64 %	1 %	+	4,38	1,00	0,73
9.1.5	3 %	3 %	9 %	24 %	60 %	2 %	+	4,34	0,99	0,70

ítem	1	2	3	4	5	Vacías	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
9.1.6	5 %	5 %	14 %	27 %	48 %	2 %	+	4,09	1,12	0,60
9.1.7	4 %	4 %	10 %	23 %	59 %	1 %	+	4,28	1,08	0,73
9.2.2	2 %	5 %	10 %	20 %	63 %	1 %	+	4,36	0,97	0,72
9.2.3	3 %	5 %	9 %	24 %	58 %	1 %	+	4,29	1,02	0,70
9.2.4	4 %	4 %	8 %	20 %	56 %	7 %	+	4,20	1,11	0,72
9.2.5	2 %	3 %	9 %	18 %	61 %	7 %	+	4,32	1,00	0,72
9.2.6	2 %	2 %	10 %	26 %	53 %	7 %	+	4,26	0,95	0,66
9.2.7	2 %	3 %	9 %	18 %	61 %	7 %	+	4,33	0,98	0,71
9.2.8	3 %	4 %	8 %	20 %	61 %	4 %	+	4,32	1,04	0,74
9.2.9	3 %	2 %	9 %	16 %	65 %	4 %	+	4,37	1,02	0,67

Al discriminar los datos para cada ciclo se encuentra que el puntaje promedio es mayor en el Ciclo II y menor en los grupos compuestos por los estudiantes de los ciclos III y IV (Gráfica 2.2). Por lo tanto, estos últimos están 8,06 puntos por debajo de la media, lo que indica que tienen menor –disfrute-esperanza por las clases y que es necesario prestar más atención al desarrollo y a las temáticas de las sesiones entre los grupos de niveles escolares más altos.

Gráfica 2.2

Puntajes obtenidos por ciclo en la Encuesta Disfrute-Esperanza

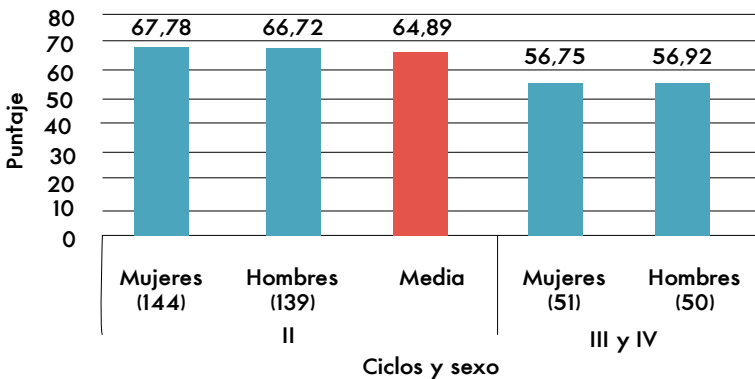


74

Al contrastar los datos entre el género y el ciclo no se encuentran diferencias muy evidentes. De forma que tanto mujeres como hombres parecen obtener Disfrute – Esperanza de las clases (Gráfica 2.3), aunque es de resaltar que las mujeres del Ciclo II tienen 2,06 puntos más en el promedio del puntaje que los hombres del mismo ciclo.

Gráfica 2.3

Puntajes Encuesta Disfrute-Esperanza, por género y ciclo



ENCUESTA ORGULLO-ENFADO

Como ya se había mencionado, existe la necesidad de involucrar en las clases elementos que posibiliten la reflexión sobre cómo se piensa y se sienten las emociones, con el fin de que la comunidad educativa aprenda a conocer sus emociones y a autorregularlas. Por ejemplo, el éxito o el fracaso son atribuidos a factores internos y externos al estudiante; el éxito generará orgullo y un incremento en la motivación, en tanto que el fracaso regularmente socavará la autoestima (Woolfolk, 2010).

Por otro lado, es probable que el estudiante se enfade por diferentes situaciones presentes al interior o al exterior de la escuela y que dirija ese sentimiento hacia los compañeros, el profesor u otro miembro de la comunidad educativa. Cuando este tipo de emoción aparece, y no se sabe gestionar de un modo constructivo, puede llegar a controlar y provocar conductas indeseadas y perjudiciales para los sujetos que están alrededor, sobre todo para el mismo estudiante. Para dar cuenta de estos aspectos se planteó la Encuesta Orgullo-Enfado.

Dicha encuesta fue implementada en 342 estudiantes (n) distribuidos por ciclos de la siguiente manera: Ciclo II: 231; Ciclo III: 92; Ciclo IV: 19. La media del puntaje de la encuesta fue de 41,62 de un máximo de 50 puntos, de manera que el promedio fue de 83,2 % sobre 100 %. Los resultados indican que las emociones Orgullo- Enfado fueron gestionadas adecuadamente en las sesiones de astronomía. La confiabilidad del instrumento fue buena ya que el Coeficiente Alfa de Cronbach fue de 0,83 (Tabla 2.6).

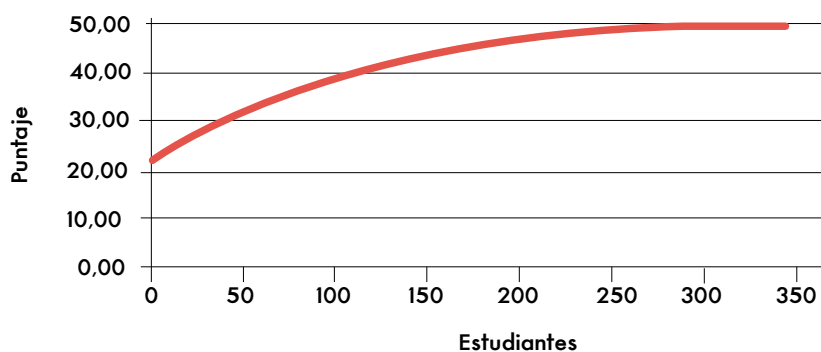
Tabla 2.6 | Resumen Encuesta Orgullo-Enfado

Estudiantes evaluados (n):	342	
Puntaje más bajo obtenido:	22,00	(44,0 %)
Puntaje más alto obtenido:	50,00	(100,0 %)

Media o promedio:	41,62	(83,2 %)
Desviación estándar:	7,73	(15,5 %)
Número de ítems o preguntas:	10	
Mínimo puntaje posible:	10,00	
Máximo puntaje posible:	50,00	
Fiabilidad (Coeficiente Alfa de Cronbach):	0,83	Bueno

Al analizar los puntajes obtenidos por los 342 encuestados, es posible detectar que 79 estudiantes obtuvieron una puntuación baja, igual o inferior a 34 (68 %) y que 77 puntuaron alto, igual o superior a 49 (98 %) (Gráfica 2.4).

Gráfica 2.4 | *Puntajes Encuesta Orgullo-Enfado*



Los análisis estadísticos señalan problemas por la discriminación inferior a 0,3 en la pregunta 2. Por lo tanto, este ítem debe ser revisado antes de implementar nuevamente el instrumento (Tabla 2.7).

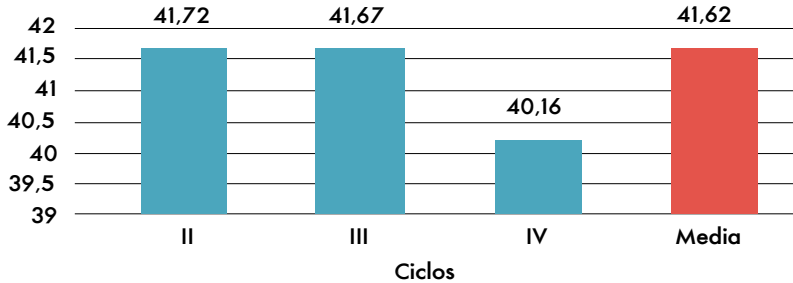
Tabla 2.7 | Resultados Encuesta Orgullo (10.1)-Enfado (10.2)

Ítem	1	2	3	4	5	Vacia	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
10.1.1	4 %	3 %	7 %	17 %	70 %		+	4,47	0,99	0,37
10.1.2	6 %	4 %	20 %	25 %	45 %		+	4,00	1,15	0,09
10.1.3	4 %	1 %	9 %	16 %	69 %	1 %	+	4,46	0,98	0,39
10.1.4	1 %	2 %	8 %	14 %	74 %	1 %	+	4,58	0,80	0,40
10.2.1	60 %	10 %	10 %	8 %	11 %	1 %	-	4,01	1,42	0,60
10.2.2	48 %	13 %	12 %	8 %	15 %	5 %	-	3,71	1,48	0,57
10.2.3	60 %	10 %	10 %	6 %	10 %	5 %	-	4,04	1,37	0,63
10.2.4	68 %	6 %	8 %	5 %	9 %	5 %	-	4,18	1,33	0,69
10.2.5	64 %	8 %	7 %	4 %	10 %	8 %	-	4,11	1,35	0,68
10.2.6	60 %	10 %	10 %	3 %	10 %	8 %	-	4,07	1,33	0,67

Al discriminar los datos para cada ciclo (Gráfica 2.5) se encontró, al igual que en la encuesta anterior, que las emociones tienen un menor puntaje en los ciclos III y IV, en relación con el Ciclo II. Esto reitera la necesidad de hacer un seguimiento más detallado a la implementación de las actividades en el Ciclo IV y de aumentar la población encuestada. Estos resultados concuerdan con las percepciones de los tutores sobre el desarrollo de las sesiones, pues estos llamaron la atención sobre algunos colegios y grupos, especialmente sobre los de niveles de escolarización más altos.

Gráfica 2.5

Puntajes Encuesta Orgullo-Enfado, por ciclos

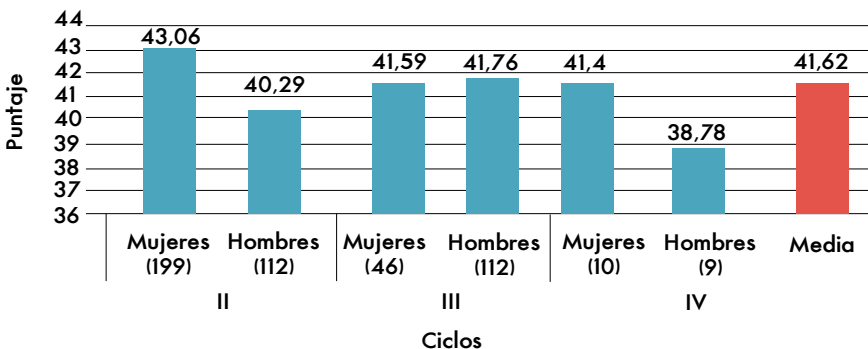


78

Al comparar los resultados entre ciclos y género (Gráfica 2.6), se evidencia que en el Ciclo II las mujeres superan en 2,77 puntos a los hombres y también a la media (41,62) obtenida por la encuesta. Algo similar sucede en el Ciclo IV, donde las mujeres aventajan a los hombres por 2,62 puntos. Esto puede sugerir que las mujeres de estos ciclos sienten más orgullo y menos enfado con las sesiones. En el Ciclo III no hay diferencias sustanciales.

Gráfica 2.6

Puntajes Encuesta Orgullo-Enfado, por género y ciclos



ENCUESTA ANSIEDAD-VERGÜENZA

Diferentes tipos de conductas o emociones presentes en la escuela se pueden desviar de la norma e interferir con el desarrollo apropiado de las niñas, los niños y, en general, los jóvenes durante la dinámica de las clases y las relaciones interpersonales que surgen en ellas. La ansiedad y la vergüenza manejadas inadecuadamente pueden generar problemas en la interacción social y afectiva y repercusiones negativas en la construcción de conocimiento científico. Por ejemplo, en un alumno la ansiedad puede incrementarse al percibir la clase con desagrado por las exigencias o condiciones de esta, además del hecho de la presión causada por las evaluaciones. Esto la hace una emoción común en la investigación educativa y psicológica por la asociación que se puede establecer con el éxito educativo y el desempeño de los estudiantes en las pruebas.

Por su parte, la vergüenza puede impedir a los estudiantes expresarse adecuadamente. El miedo a hacer el ridículo, no caer bien o decir algo inapropiado en clase, junto a la presión de los compañeros o del mismo profesor, limita a los alumnos y les impide interactuar adecuadamente con los integrantes del curso y en general con la comunidad educativa. Esta encuesta se propuso para poder evaluar Ansiedad-Vergüenza (Anexo 3).

La distribución de la implementación de esta encuesta por ciclos se dio de la siguiente manera: Ciclo II: 32; Ciclo III: 90. Los resultados permiten inferir que hay un manejo apropiado de la Ansiedad-Vergüenza en los estudiantes (Tabla 2.8). Esto no necesariamente se debe a la dinámica de las clases de astronomía, pero sí se puede deducir que en ellas se dan las condiciones para que los alumnos logren manejarlas adecuadamente. De un total de 105 puntos posibles la media fue de 81,11, es decir, el promedio fue de 77,2 %. La confiabilidad del instrumento es excelente, lo que permite recomendar su uso en proyectos posteriores.

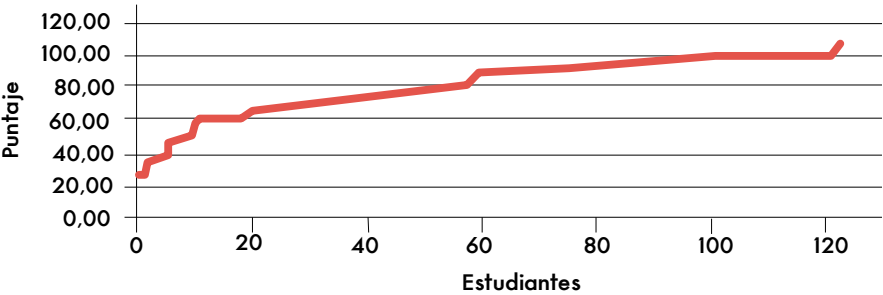
Tabla 2.8 | Resumen Encuesta Ansiedad-Vergüenza

Estudiantes evaluados (n):	122	
Puntaje más bajo obtenido:	25,00	(23,8 %)
Puntaje más alto obtenido:	104,00	(99,0 %)
Media o promedio:	81,11	(77,2 %)
Desviación estándar:	17,40	(16,6 %)
Número de Ítems o preguntas:	21	
Mínimo puntaje posible:	21,00	
Máximo puntaje posible:	105,00	
Fiabilidad (Coeficiente Alfa de Cronbach):	0,93	Excelente

80

La Gráfica 2.7 permite mostrar que, de los 122 estudiantes, 19 obtuvieron un puntaje bajo igual o inferior a 64 (52,45 %), y 21 alumnos un puntaje alto igual o superior a 99 (81,14 %). La inclinación de la pendiente generada por los puntajes obtenidos sugiere que la reevaluación de estas dos emociones debe ser trabajada de manera permanente en las sesiones impartidas por los tutores del Planetario de Bogotá.

Gráfica 2.7 | Puntajes Encuesta Ansiedad-Vergüenza



En general, la Encuesta Ansiedad-Vergüenza evidencia un nivel bajo de dificultad, pues las preguntas discriminaron adecuadamente, a excepción del ítem 11.1.12 en el cual la polaridad no corresponde y debe ser revisado (Tabla 2.9).

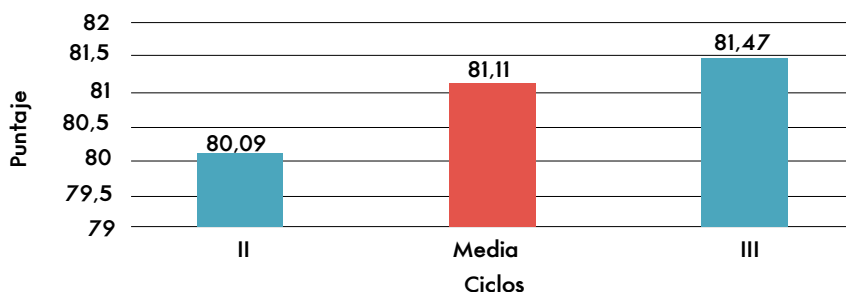
Tabla 2.9 | *Resultados Encuesta Ansiedad (11.1)- Vergüenza (11.2)*

ítem	1	2	3	4	5	Vacía	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
11.1.1	59 %	13 %	18 %	4 %	6 %		-	4,16	1,19	0,65
11.1.2	58 %	16 %	15 %	4 %	7 %		-	4,16	1,21	0,69
11.1.3	58 %	16 %	13 %	5 %	7 %	1 %	-	4,15	1,22	0,78
11.1.4	51 %	20 %	16 %	4 %	9 %		-	3,99	1,28	0,63
11.1.5	48 %	15 %	14 %	14 %	9 %		-	3,80	1,40	0,71
11.1.6	42 %	25 %	16 %	8 %	9 %		-	3,82	1,30	0,61
11.1.7	52 %	21 %	11 %	4 %	11 %		-	3,98	1,35	0,71
11.1.8	65 %	10 %	15 %	7 %	3 %		-	4,25	1,15	0,66
11.1.9	39 %	16 %	19 %	9 %	17 %		-	3,50	1,49	0,66
11.1.10	62 %	13 %	11 %	5 %	9 %		-	4,15	1,31	0,71
11.1.11	49 %	18 %	17 %	8 %	7 %		-	3,93	1,29	0,75
11.1.12	43 %	15 %	24 %	10 %	8 %		+	2,25	1,32	- 0,64
11.2.1	44 %	17 %	21 %	10 %	7 %		-	3,81	1,30	0,56
11.2.2	52 %	17 %	12 %	10 %	8 %		-	3,96	1,33	0,77
11.2.3	42 %	22 %	19 %	11 %	7 %		-	3,82	1,26	0,60

ítem	1	2	3	4	5	Vacía	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
11.2.4	52 %	24 %	14 %	4 %	6 %		-	4,13	1,15	0,64
11.2.5	40 %	21 %	20 %	11 %	8 %		-	3,75	1,30	0,62
11.2.6	53 %	12 %	19 %	9 %	7 %		-	3,97	1,29	0,75
11.2.7	44 %	20 %	20 %	7 %	7 %	1 %	-	3,87	1,26	0,48
11.2.8	44 %	20 %	18 %	11 %	6 %	1 %	-	3,85	1,26	0,70
11.2.9	48 %	14 %	18 %	10 %	9 %	1 %	-	3,83	1,36	0,68

Los datos obtenidos por ciclo no muestran diferencias evidentes. De modo que, en estos, el manejo de las emociones es similar (Gráfica 8). No obstante, cabe resaltar que el promedio del puntaje en el Ciclo III es superior a la media y en el Ciclo II es inferior. En las dos encuestas anteriores los ciclos de menores niveles eran los que, por su puntaje promedio, superaban a la media. Esto resulta interesante porque probablemente los ciclos de mayor nivel regulan mejor la ansiedad y la vergüenza en comparación con los de menor nivel.

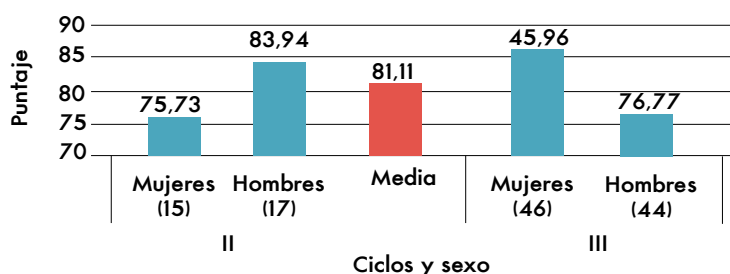
Gráfica 2.8 | *Puntajes Encuesta Ansiedad-Vergüenza, por ciclo*



La comparación entre género por ciclos muestra diferencias evidentes (Gráfica 2.9). En el caso del Ciclo II, las mujeres tienen 9,19 puntos menos que los hombres y en el Ciclo III, los hombres tienen 8,21 puntos menos que las mujeres. Esta diferencia en más de 8 puntos entre géneros podría suponer una discrepancia significativa asociada con el manejo de la Ansiedad-Vergüenza en los ciclos II y III.

Gráfica 2.9

Puntajes Encuesta Ansiedad-Vergüenza, por ciclos y género



ENCUESTA DESESPERACIÓN-ABURRIMIENTO

Una preocupación frecuente de los profesores es que la curiosidad y las emociones positivas suscitadas por el aprendizaje puedan ser reemplazadas por sentimientos de desinterés, aburrimiento y desesperación. En ocasiones las clases se pueden convertir en ciclos monótonos que los estudiantes identifican y esto hace mucho más difícil que mantengan la atención en los aspectos relevantes para el desarrollo adecuado de la sesión. De esta manera se asocia al profesor, la clase o la asignatura con el aburrimiento y la desesperación. Estas emociones negativas propician que los alumnos eviten las actividades asignadas o la realización de las tareas, aunque pueden enfocar la atención y la creatividad en otros aspectos al comprometerse con otras ocupaciones (García y Doménech, 1997).

El aburrimiento resulta una perturbación emocional indeseable en la escuela y es muy preocupante debido a los problemas de comportamiento que suelen derivarse de ella. El aburrimiento crónico o existencial suele estar acompañado de un estado de desesperación; al parecer los estudiantes no se desilusionan por los eventos asociados a las clases, la desgracia o los acontecimientos cercanos o distantes que los tocan y llegan a bloquear ciertos aspectos de su vida. Al parecer, lo que los aburre es la experiencia del hastío y tedio interior, ya que se indisponen cuando experimentan un sentimiento de «vacío», es decir, cuando su motivación intrínseca se diluye (Castillo, 2017).

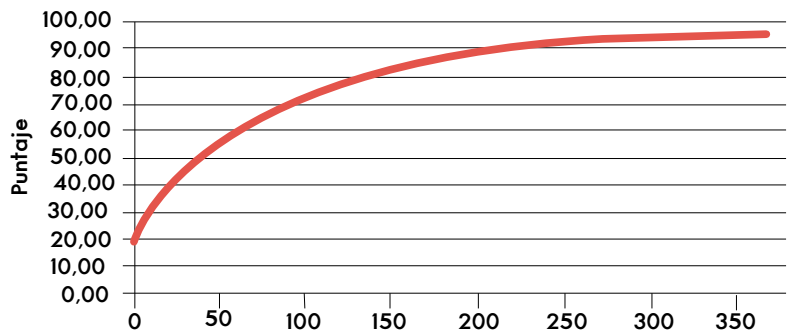
Los resultados de la Encuesta Desesperación-Aburrimiento (Anexo 4) fueron muy buenos. Evidencian que los estudiantes regularon adecuadamente estas emociones en las sesiones, puesto que la media obtenida fue de 77,80 de un total de 95 puntos posibles, es decir, que el promedio de los puntajes fue alto: 83,2 % (Tabla 2.10). La confiabilidad de esta encuesta es excelente (0,95) y la distribución de su implementación por ciclos se dio de la siguiente manera: Ciclo II: 209; Ciclo III: 141; Ciclo III-IV y IV: 17.

Tabla 2.10 | *Resumen Encuesta Desesperación-Aburrimiento*

Estudiantes evaluados (n):	367	
Puntaje más bajo obtenido:	19,00	(44,0 %)
Puntaje más alto obtenido:	95,00	(100,0 %)
Media o promedio:	77,80	(83,2 %)
Desviación estándar:	18,30	(15,5 %)
Número de ítems o preguntas:	19	
Mínimo puntaje posible:	19,00	
Máximo puntaje posible:	95,00	
Fiabilidad (Coeficiente Alfa de Cronbach):	0,95	Excelente

Al analizar los puntajes obtenidos por los 367 encuestados, es posible detectar que 68 estudiantes puntuaron bajo, igual o inferior a 59 (62,10 %) (Gráfica 2.10).

Gráfica 2.10 | *Puntajes Encuesta
Aburrimiento-Desesperación*



La encuesta mostró un comportamiento apropiado (Tabla 2.11). Los enunciados oscilaron entre un nivel de dificultad bajo y una discriminación alta. Esto indica que el instrumento y sus enunciados son adecuados para ser usados en procesos similares o posteriores.

85

Tabla 2.11 | *Resultados Encuesta
Desesperación-Aburrimiento*

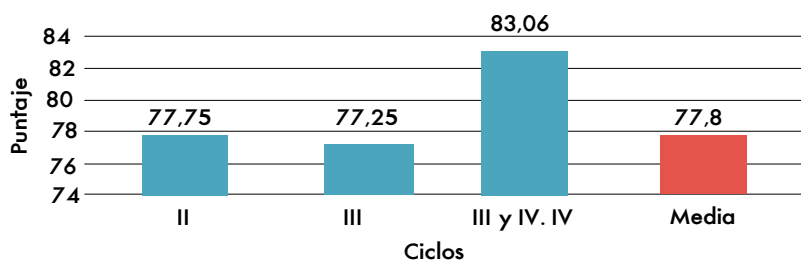
ítem	1	2	3	4	5	Vacía	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
12.1.1	55 %	10 %	13 %	7 %	14 %		-	3,85	1,49	0,47
12.1.2	56 %	14 %	13 %	7 %	11 %		-	3,96	1,40	0,56

ítem	1	2	3	4	5	Vacía	Polaridad	Dificultad	Desviación estándar	Discriminación
12.1.3	55 %	13 %	13 %	9 %	10 %	0 %	-	3,95	1,38	0,57
12.1.4	59 %	11 %	13 %	8 %	7 %	1 %	-	4,07	1,31	0,65
12.1.5	58 %	11 %	14 %	5 %	11 %	1 %	-	4,00	1,39	0,65
12.1.6	62 %	12 %	11 %	3 %	11 %	0 %	-	4,13	1,35	0,71
12.1.7	64 %	11 %	10 %	5 %	8 %	1 %	-	4,19	1,28	0,70
12.1.8	58 %	16 %	10 %	6 %	8 %	2 %	-	4,10	1,28	0,67
12.2.1	63 %	9 %	13 %	6 %	8 %	1 %	-	4,11	1,33	0,70
12.2.2	66 %	12 %	8 %	5 %	7 %	1 %	-	4,25	1,24	0,78
12.2.3	64 %	12 %	11 %	5 %	7 %	2 %	-	4,23	1,22	0,79
12.2.4	60 %	15 %	11 %	4 %	8 %	2 %	-	4,16	1,25	0,77
12.2.5	69 %	8 %	8 %	5 %	8 %	2 %	-	4,24	1,29	0,81
12.2.6	64 %	10 %	11 %	4 %	8 %	2 %	-	4,19	1,28	0,76
12.2.7	54 %	14 %	13 %	8 %	9 %	2 %	-	3,95	1,36	0,67
12.2.8	61 %	13 %	10 %	6 %	8 %	2 %	-	4,13	1,29	0,77
12.2.9	62 %	13 %	8 %	6 %	10 %	2 %	-	4,10	1,35	0,71
12.2.10	63 %	11 %	10 %	4 %	10 %	2 %	-	4,13	1,33	0,70
12.2.11	59 %	12 %	11 %	6 %	9 %	3 %	-	4,05	1,34	0,75

Al discriminar los datos para cada ciclo, se encuentra que el puntaje promedio es mayor en el grupo compuesto por los ciclos III y IV y menor en los ciclos II y III (Gráfica 2.11). Por lo tanto, los ciclos de mayor nivel están por encima de la media (más de 5 puntos), lo que indica que estos estudiantes se desesperan y aburren menos que los ciclos de menor nivel.

Gráfica 2.11

*Puntajes Encuesta Desesperación-
Aburrimiento, por ciclos*

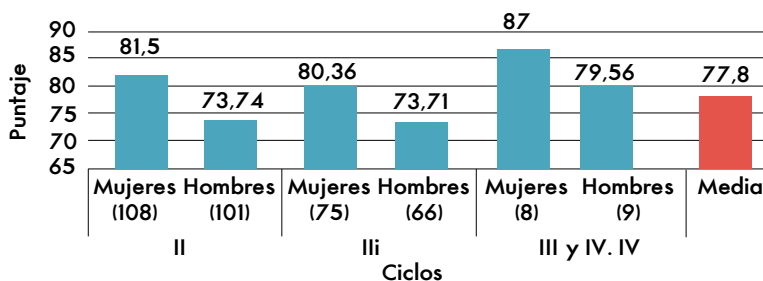


Al contrastar los datos entre el género y el ciclo, se encuentran diferencias evidentes (Gráfica 2.12). Las mujeres tienen un mejor puntaje que los hombres en todos los ciclos, con una diferencia de hasta 7,76 puntos. Esto indica que ellas se desesperan y aburren menos en comparación con los hombres.

87

Gráfica 2.12

*Puntajes Encuesta Desesperación-
Aburrimiento, por ciclos y género*

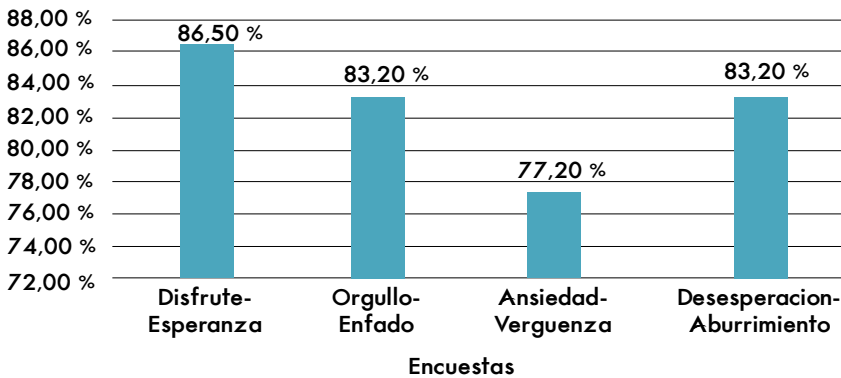


En términos generales el balance de la exploración emocional es positivo. Las medias de cada instrumento reflejan que los estudiantes encuestados tienen una percepción que resulta adecuada para el desarrollo de las sesiones (Gráfica 2.13). Claro está que en los resultados de

cada instrumento de evaluación se reflejan algunos puntajes bajos, los cuales corresponden a estudiantes que disciernen del proceso desarrollado por el Planetario de Bogotá.

Gráfica 2.13

Comparación entre la media de cada encuesta



La encuesta con mejor desempeño fue Disfrute-Esperanza (86,50 %). Esto resulta muy importante porque sentir placer al asistir a clase recoge una disposición innata del disfrute humano, que acompaña y viabiliza algunos de los procesos cognitivos asociados al desarrollo en la escuela. El aprendizaje basado en el disfrute usa los efectos conocidos de la recompensa en la atención y la formación de la memoria (Howard-Jones y Jay, 2016). Además, la sensación de esperanza por el proceso educativo se ve representada en la confianza, el optimismo y la seguridad de los estudiantes asociados a las sesiones y los temas trabajados.

Por otro lado, la encuesta con la media más baja fue Ansiedad-Vergüenza (77,20 %). Lo cual resulta interesante porque el manejo inadecuado de estas emociones puede suscitar inconvenientes tanto en la interacción social y afectiva, como en la construcción de conocimiento científico. También pueden impedir a los estudiantes expresarse adecuadamente. Por lo tanto, para posteriores intervenciones, los formadores

del Planetario de Bogotá deben estar atentos durante las sesiones para que los alumnos reevalúen adecuadamente el miedo a hacer el ridículo, no caer bien o decir algo inapropiado en clase, además de los estímulos que provienen de la presión de los compañeros o del mismo profesor, ya que los pueden limitar e impedirles interactuar adecuadamente.

DISCUSIÓN Y LIMITACIONES

Las emociones pueden contribuir u obstruir la dinámica de las interacciones que resultan en los procesos de aprendizaje y la memoria de los estudiantes. De manera que brindar instrumentos contextualizados, para que los profesores puedan realizar la exploración emocional en los sujetos que son objeto de su intervención, es fundamental para el giro afectivo de la educación en Colombia. Esto puede mejorar el desarrollo de herramientas teóricas y diferentes enfoques que incrementen la comprensión de algunas pedagogías que funcionan en encuentros y prácticas transformadoras. De este modo, adquiere sentido el hecho de que la educación deba fundamentarse en emociones positivas, puesto que la relación cotidiana entre emoción y razón determina nuestro vivir, ya que todo sistema racional tiene un fundamento emocional (Ramírez-Olaya, 2017; Fredrickson y Branigan, 2005; Maturana, 2005).

La estrategia de evaluación del convenio entre el Planetario de Bogotá y la Secretaría de Educación del Distrito se desarrolló en el segundo semestre de 2016. No obstante, una serie de vicisitudes que se presentaron para su desarrollo llevó a que la implementación del proceso de evaluación se diera en aproximadamente tres meses. El poco tiempo para implementar los instrumentos pudo generar inconvenientes tanto para los tutores que los aplicaron, como para los estudiantes que los respondieron. Por esto, es recomendable tratar de prever las contingencias y mantener los cronogramas de diligenciamiento, sistematización y análisis.

La intención inicial era implementar las encuestas en el universo completo intervenido por el Planetario de Bogotá. Algunas dificultades logísticas impidieron esto, motivo por el cual se cuenta con la información de algunos cursos completos, pero no fue posible realizar un estudio semilongitudinal debido a la alternancia de los asistentes a las clases y el reducido tiempo de la intervención. Por lo tanto, lo presentado en el presente texto corresponde a un análisis descriptivo de la información recolectada, que permitió elaborar algunas hipótesis y postular explicaciones asociadas, sin comprobación, mediante procedimientos estadísticos inferenciales. Estas hipótesis y explicaciones quedan para su eventual comprobación en estudios posteriores. La posibilidad de realizar este diagnóstico permitió diseñar planes de mejoramiento para el método y los instrumentos utilizados, con el objetivo de optimizar los procesos educativos llevados por el Planetario de Bogotá.

90

Al tratarse de la primera implementación de las encuestas sobre emociones, que fueron traducidas y adaptadas al contexto colombiano y escolar, fue posible identificar inconvenientes en el diseño de algunos enunciados y en los procesos de implementación, sistematización y análisis de la información. Por ejemplo, resulta conveniente que en el futuro los instrumentos o encuestas contengan ítems combinados de todas las emociones evaluadas con el fin de tratar de mantener la variable de agotamiento controlada (es decir, cuando los estudiantes mostraban molestia al responder muchas preguntas asociadas a la misma emoción). Asimismo, es recomendable que el análisis estadístico se realice para cada emoción y no en las duplas que se presentaron en las encuestas. Esto permitirá contar con más detalles sobre cada una de ellas.

Finalmente, todo el proceso permitió realizar un ajuste de las encuestas, tanto en las preguntas que generaron conflicto como en el diseño y presentación de los ítems o preguntas de las cuatro encuestas. De esto resultaron tres versiones nuevas de las encuestas de exploración emocional (Anexos 3, 4 y 5).

REFERENCIAS

- Almaguer-Melián, W. y Bergado-Rosado J.A. (2002). Interacciones entre el hipocampo y la amígdala en proceso de plasticidad sináptica. Una clave para entender las relaciones entre motivación y memoria. *Revista de Neurología*, 35(6), 586-593.
- Anderson, G. y Herr, K. (2007). El docente-investigador: Investigación - Acción como una forma válida de generación de conocimientos. En I. Sverdlick (Ed.), *La investigación educativa: una herramienta de conocimiento y de acción*. Buenos Aires: Noveduc.
- Bellocchi, A., y Ritchie, S. M. (2015). «I was proud of myself that i didn't give up and i did it»: Experiences of pride and triumph in learning science. *Science Education*, 99(4), 638-668. Recuperado de <http://doi.org/10.1002/sce.21159>
- Bradley, M. M., y Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Castillo, G. (2017). El aburrimiento de los jóvenes y sus riesgos. Universidad de Navarra. Recuperado de https://www.unav.edu/web/facultad-de-educacion-y-psicologia/articulos-de-opinion/-/asset_publisher/mSu7/content/17_1_30_edu_aburrimiento_opi/10174?redirect=&tituloNoticia=el-aburrimiento-de-los-jovenes-y-sus-riesgos&fechaNoticia=31-01-2017
- Chacón, S. y Pérez-Gil, J. (2008). *Diseño y medición de programas de intervención neuropsicológica: aspectos fundamentales*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Máster en Estudios Avanzados en Cerebro y Conducta.
- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona: Crítica.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). *Población total nacional según sexo y edad*. Recuperado de <https://geoportal.dane.gov.co/midaneapp/pob.html>
- De Zubiria, J. (2014). *La educación en Colombia aumenta las brechas sociales*. Recuperado de <http://www.razonpublica.com/>

- index.php/economia-y-sociedad/7749-la-educaci%C3%B3n-en-colombia-aumenta-las-brechas-sociales.html
- Dolan, R. J. (2002). Emotion, cognition, and behavior. *Science*, 298(5596), 1191-1194. Recuperado de <https://doi.org/10.1126/science.1076358>
- Fischer, K. W., Daniel, D. B., Immordino-Yang, M. H., Stern, E., Baturo, A., y Koizumi, H. (2007). Why mind, brain, and education? Why now? *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 1-2. Recuperado de <http://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00006.x>
- Fredrickson, B. L., y Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition & Emotion*, 19(3), 313-332. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/02699930441000238>
- Gagliardi, R. (1994). *Obstáculos al aprendizaje-obstáculos a la enseñanza en contextos multiculturales*. Ginebra: Unesco.
- García, F. y Doménech, F. (1997). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *REME. Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 1(0). Recuperado de <http://reme.uji.es/articulos/pa0001/texto.html>
- Gerdes, L., Tegeler, C. H., y Lee, S. W. (2015). A groundwork for allostatic neuro-education. *Frontiers in Psychology*, 6. Recuperado de <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01224>
- Gu, X., Hof, P. R., Friston, K. J., y Fan, J. (2013). Anterior insular cortex and emotional awareness. *The Journal of Comparative Neurology*, 521(15), 3371-3388. Recuperado de <http://doi.org/10.1002/cne.23368>
- Guillen, J. C., Pardo, F., Miravalles, A. F. i, Hernández, T., y Trinidad, C. (2015). Principis neurodidàctics per a l'aprenentatge. *Temps d'Educació*, 0(49), 49-67.
- Hair, N. L., Hanson, J. L., Wolfe, B. L., y Pollak, S. D. (2015). Association of Child Poverty, Brain development, and academic achievement. *JAMA Pediatrics*, 169(9), 822-829. Recuperado de <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.1475>

- Heddy, B. C., y Sinatra, G. M. (2013). Transforming misconceptions: Using transformative experience to promote positive affect and conceptual change in students learning about biological evolution. *Science Education*, 97(5), 723-744. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/scs.21072>
- Hederich, C., Bernal, J. M., y Camacho, L. R. (2014). Hacia una educación basada en la evidencia. *Revista Colombiana de Educación*, 0(66), 19-54. Recuperado de <https://doi.org/10.17227/01203916.66rce19.54>
- Hernández-Amorós, M. J., y Urrea-Solano, M. E. (2017). Working with emotions in the classroom: Future teachers' attitudes and education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 237, 511-519. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.100>
- Howard-Jones, P. A., y Jay, T. (2016). Reward, learning and games. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 65-72. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.015>
- Immordino-Yang, M. H., y Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 3-10. Recuperado de <http://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x>
- LeDoux, J. (2012). Rethinking the emotional brain. *Neuron*, 73(4), 653-676. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.02.004>
- LeDoux, J. E. (2012). Evolution of human emotion. *Progress in Brain Research*, 195, 431-442. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53860-4.00021-0>
- Maria, F., Santos, T. Dos, y Mortimer, E. F. (2003). How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1095-1110. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/0950069032000052216>
- Martin, R. E., y Ochsner, K. N. (2016). The neuroscience of emotion regulation development: Implications for education. *Current*

- Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 142-148. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.06.006>
- Maturana, H. (2005). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Santiago de Chile: J.C Sáez.
- Mellado, V., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 11-36.
- Mora, F. (2013) *Neuroeducación*. Madrid: Alianza Editorial.
- Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria. *CIC Cuadernos de Información y Comunicación*, 0(10), 221-233.
- Mortimer, E. y Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. London: McGraw-Hill Education.
- Nature (2017). Researchers should reach beyond the science bubble. *Nature News*, 542(7642), 391. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/542391a>
- Navas, M. (1994). Teoría clásica de los tests versus teoría de respuesta al ítem. *Psicológica*, 15, 175-208.
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *Science*, 316(5827), 1002-1005. Recuperado de <https://doi.org/10.1126/science.1136930>
- Ostrosky, F., y Vélez, A. (2013). Neurobiología de las emociones. *Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 13(1), 1-13.
- Pekrun, R., y Linnenbrink-Garcia, L. (2012). Academic emotions and student engagement. En S. L. Christenson, A. L. Reschly, y C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* 259-282. New York: Springer.
- Pekrun, R., Frenzel, A. C., Goetz, T., y Perry, R. P. (2007). The control-value theory of achievement emotions: An integrative approach to emotions in education. En P. A. Schutz y R. Pekrun (Eds.), *Emotion in Education* 13-36. San Diego: Elsevier Academic Press.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for education-

- nal research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., y Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105. Recuperado de https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., y Perry, R. P. (2002). Positive emotions in education. En E. Frydenberg (Ed.), *Beyond Coping* 149-174. Oxford University Press. Recuperado de <http://www.oxfordclinicalpsych.com/view/10.1093/med:psych/9780198508144.001.0001/med-9780198508144-chapter-8>
- Rajmohan, V., y Mohandas, E. (2007). The limbic system. *Indian Journal of Psychiatry*, 49(2), 132-139. Recuperado de <https://doi.org/10.4103/0019-5545.33264>
- Ramírez-Olaya, L. C. (2017). El juego de aprender y enseñar el concepto estructurante evolución biológica. *Bio-grafia*, 9(17). Recuperado de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/4694>
- Sigman, M., Peña, M., Goldin, A. P., y Ribeiro, S. (2014). Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience*, 17(4), 497-502. Recuperado de <http://doi.org/10.1038/nn.3672>
- Stenhouse, D. (1977). Human ethology, education, and learning. *Interchange*, 8(3)
- Toro A. S., y Niebles, A. (2013). Corporeidad y aprendizaje en el contexto de la Enseñanza General Básica: comprensión y descripción de los procesos de construcción de conocimiento desde la acción relacional de los actores. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 39(1), 269-284. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052013000100016>

- Treasure, J. (2013). Transcripción de «Cómo hablar de forma que la gente te quiera oír». TED. Recuperado de https://www.ted.com/talks/julian_treasure_how_to_speak_so_that_people_want_to_listen/transcript
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443-466. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>
- Valiente, C., Swanson, J., y Eisenberg, N. (2012). Linking students' emotions and academic achievement: when and why emotions matter. *Child Development Perspectives*, 6(2), 129-135. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00192.x>
- Woolfolk, A. (2010). *Psicología educativa*. México: Pearson Educación:
- Zembylas, M. (2016). Making sense of the complex entanglement between emotion and pedagogy: Contributions of the affective turn. *Cultural Studies of Science Education*, 11(3), 539-550. Recuperado de <http://doi.org/10.1007/s11422-014-9623-y>



FOTO: ARCHIVO PLANETARIO DE BOGOTÁ

Luna

A group of students are gathered outdoors around a large, yellow, cylindrical telescope mounted on a black metal base. A young man in a white and black patterned shirt is smiling and looking towards the telescope. A woman with glasses is looking through the eyepiece. Another student is adjusting a knob on the telescope. The background shows green trees and a blue sky with clouds.

CAPÍTULO 3

A photograph of a person in a blue shirt and black hat taking a photo with a DSLR camera. In the foreground, the back of a person wearing a black jacket is visible. The background shows a park-like setting with trees and a blue sky with clouds.

LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y EL TRABAJO DE LOS CIENTÍFICOS

FOTO: ARCHIVO PLANETARIO DE BOGOTÁ

NATURALEZA DE LA CIENCIA Y EDUCACIÓN CIENTÍFICA

100

Actualmente el objetivo de la educación en ciencias ha superado el carácter propedéutico (el de la preparación de futuros científicos), que tuvo durante décadas, y ha asumido que debe contribuir a la formación de ciudadanos para hacerlos capaces de participar en diversos asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología. También debe aportar los conocimientos y destrezas que le permitan al ciudadano reconocer diferentes aspectos de la ciencia y la tecnología (la naturaleza del conocimiento científico-tecnológico, sus alcances y límites, riesgos, relaciones mutuas, etc.), y la posibilidad de adoptar actitudes responsables y de participación activa en la toma de decisiones frente a cuestiones que tienen incidencia en su vida: salud, economía, política, proyecto de vida, etc. (Hurd, 1998; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Acevedo, 2004; Martín, 2006; DeBoer, 2000; Oliver, et al., 2001; Holbrook y Rannikmae, 2009).

Con el fin de asumir este objetivo han surgido, desde ámbitos estatales, diversas reformas e iniciativas en diferentes países que buscan

integrar estas dimensiones de la ciencia al currículo de la educación científica. Estas iniciativas tienen el respaldo de organizaciones como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura —Unesco—, la oei, el International Council for Science, el *International Bureau of Education* y la *American Association for the Advancement of Science* —AAAS— (Abd-El-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Rudolph, 2000; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Abd-El-Khalick, 2013).

Un aspecto fundamental en los cambios implementados en los currículos desde esta perspectiva es el de la naturaleza de la ciencia (Ndc). Existe un importante consenso sobre aspectos esenciales de la naturaleza del conocimiento científico que ha servido como fundamento para las propuestas de reformas curriculares mencionadas (Abd-El-Khalick, 2013; Abd-El-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Rudolph, 2000; McComas y Olson, 2002). Desde esta perspectiva se considera que la ciencia es esencialmente una empresa humana en interrelación con otros aspectos de la cultura y la sociedad, donde la creación y la imaginación desempeñan un papel fundamental. El conocimiento científico tiene un carácter provisional, no está absolutamente instituido sino que es susceptible de revisión y cambio, busca explicar fenómenos naturales, está basado en elementos empíricos y teóricos, donde tanto la observación como las teorías juegan un papel fundamental, y se desarrolla a partir de unas bases epistemológicas, metodológicas y axiológicas compartidas por una comunidad (American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996; McComas, Almazroa y Clough, 1998; Lederman, 2006; Schwartz, Lederman y Crawford, 2004; Abd-El-Khalick, 2001; Vázquez, Manassero, Acevedo y Acevedo, 2007; Fernández, Gil, Valdés y Vilches, 2005; Acevedo, 2008; Rudolph, 2000).

Estos elementos fundamentales de la naturaleza de la ciencia están relacionados con lo que McComas llama «mitos de la ciencia» (McComas W. F., 2002), aquellas ideas erróneas sobre la cien-

cia que están presentes de manera generalizada y continua en los libros de texto y el ejercicio docente, y que, además, son reforzadas por diferentes fuentes (televisión, cine, cómics, museos, etc.). Adicionalmente, como lo hace la educación formal, contribuyen a la conformación de la idea de ciencia que tienen los estudiantes y la población en general.

A continuación, se presenta una síntesis de estos mitos o visiones deformados del ejercicio de la ciencia y de sus productos, que son reforzados tanto por la enseñanza como por los medios (McComas W. F., 2002; Fernández I., Gil, Carrascosa, Chachapuz, y Praia, 2002; Fernández I., Gil, Valdés, y Vilches, 2005):

- **Concepción empiro-inductivista y ateórica:** esta visión asume que los fundamentos de la investigación científica son la observación y la experimentación neutras. El científico se enfrenta esencialmente con sus sentidos para acercarse a los fenómenos y, a partir de ello, logra una interpretación de la realidad y la construcción (o la extracción) del conocimiento. Esta forma de ver la ciencia margina el papel de los cuerpos de conocimientos previos, las teorías y el papel de las hipótesis como elementos orientadores del proceso científico.
- **Visión rígida de la ciencia:** presenta al método científico como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente, donde se resalta la rigurosidad, el tratamiento cualitativo de datos y el control. No obstante, olvida aspectos que también son propios del ejercicio científico como la creatividad, la posibilidad del error, la duda, etc.
- **Concepción aporética y ahistórica de la ciencia:** esta visión presenta los conocimientos científicos descontextualizados. Desconoce que el conocimiento es una construcción social ligada a un contexto y una historia; la ciencia se presenta desde esta perspectiva sin evidenciar las situaciones que estuvieron ligadas a su construcción, las problemáticas a las que responde, las limitaciones que tiene ese conocimiento o cómo ha evolucionado.

- **Concepción exclusivamente analítica:** se presenta aquí el conocimiento fragmentado en campos diferenciados y a menudo estancos. Es cierto que la ciencia procede de forma analítica, buscando aislar y estudiar de manera fragmentada la realidad; sin embargo, una visión apropiada de la ciencia debe propender por mostrar los grandes esfuerzos unificadores del conocimiento en diversos campos como el electromagnetismo, la mecánica terrestre y celeste, la estructura de la materia, etc.

- **Concepción acumulativa del desarrollo científico:** esta visión presenta el desarrollo del conocimiento científico como producto de un crecimiento lineal, donde cada avance se va sumando a un *corpus* de conocimiento estable que recibe al nuevo conocimiento. Simplemente se agrega sin mayores restricciones, cuando en realidad gran parte del conocimiento que ahora percibimos como estable se ha consolidado sobre la base de crisis y revoluciones que suponen una reconfiguración profunda de la forma como se comprende la naturaleza.

- **Concepción individualista y elitista:** esta perspectiva está relacionada particularmente con el refuerzo del estereotipo que presenta la ciencia como obra de científicos aislados. Genios, esencialmente hombres que, de manera solitaria, encerrados en su laboratorio y rodeados de cierto instrumental, logran los descubrimientos que configuran el conocimiento científico. Esta visión desconoce completamente la forma como se realiza actualmente la ciencia: un producto del trabajo en equipo, en el cual, la comunicación y la validación con otros es fundamental y del cual participan una variedad de personas de diversas características. Se desarrolla en una gran variedad de espacios y con la ayuda de diferentes medios acordes con el campo de estudio.

- **Una visión descontextualizada, socialmente neutra de la actividad científica:** esta aproximación, muy relacionada con la anterior, promueve una visión de la ciencia que presenta la construcción de conocimiento como una empresa neutra que busca el conocimiento por el conocimiento mismo. Esta es realizada por seres aislados con una

posición neutral frente a las cuestiones que tienen que ver con su entorno social, económico, político, etc., cuando la realidad nos remite en primer lugar a una ciencia inmersa en un contexto social, que teje relaciones complejas con el conocimiento tecnológico y su entorno social y político y que, en segunda instancia, debe asumir compromisos con decisiones fundamentales relacionadas con la naturaleza y con ámbitos económicos, políticos, sociales, culturales, etc.

LOS CIENTÍFICOS Y SU TRABAJO

Los primeros trabajos que intentan recoger la imagen del científico que tienen los estudiantes datan de finales de la década de los años cincuenta del siglo xx, cuando Margaret Mead y Rhoda Métraux (1957) analizaron 35 000 ensayos escritos por estudiantes donde debían escribir lo que pensaban sobre los científicos («*When I think about a scientist, I think of...*»). El estereotipo hallado tras los análisis corresponde con el que la investigación ha venido corroborando posteriormente y apuntaba a la imagen de un hombre mayor o de edad media con anteojos, vestido de bata blanca, y que trabaja en un laboratorio haciendo experimentos peligrosos (Mead y Métraux, 1957; Chambers, 1983; Finson, 2002). En las décadas posteriores (1960 y 1970) se siguieron desarrollando instrumentos de reporte escrito, cuyos análisis arrojaban resultados similares (Finson, 2002). A principios de la década de 1980 Chambers (1983) toma como referencia los test psicológicos sobre la figura humana (Finson, 2002) y realiza un estudio donde utiliza el dibujo como instrumento para la recolección de la información sobre la imagen que tienen los estudiantes sobre los científicos: *Draw a Scientist* —DAST—. Como el instrumento no hace necesario que se hayan desarrollado habilidades de escritura, es posible aplicarlo desde grados iniciales de educación, así que Chambers trabaja con una muestra de 4807 estudiantes, desde el jardín escolar hasta grado quinto (5 a 11 años, aproximadamente), lo cual per-

mite rastrear la evolución a lo largo de los ciclos de formación escolar de los estereotipos encontrados. El análisis de los datos se realiza a partir de siete indicadores sobre la imagen estereotipada del científico (Chambers, 1983):

- *Bata de laboratorio.*
- *Anteojos.*
- *Presencia de vello facial (barba, bigotes o patillas anormalmente grandes).*
- *Elementos relacionados con la investigación: instrumental científico y equipo de laboratorio de cualquier clase.*
- *Elementos relacionados con el conocimiento: libros o archivadores, principalmente.*
- *Tecnología: como productos de la ciencia.*
- *Textos alusivos: fórmulas, clasificaciones taxonómicas, palabras como «eureka», síndrome, etc.*

En esencia, Chambers encuentra que la imagen estereotipada del científico se va consolidando a medida que aumenta la edad: los estudiantes de menor edad (jardín y primer grado) casi no presentan en sus dibujos elementos estereotípicos; por su parte, en los grados superiores, mientras más altos, los dibujos presentan un mayor número de estos elementos asociados al estereotipo y, en estudios hechos con muestras de adultos, se encontró que sus dibujos presentan en promedio un mayor número de características estereotípicas (Chambers, 1983).

Los medios de comunicación, la literatura, los cómics, el cine y la televisión juegan un papel fundamental en la transmisión y consolidación en la cultura de las imágenes estereotipadas de los científicos. Muchas veces estos canales presentan imágenes de los científicos como personajes obsesivos, generalmente hombres blancos, socialmente desajustados, al borde de la locura en algunos casos, amorales o con poca empatía hacia los sentimientos de otros o hacia cuestiones humanas,

haciendo énfasis en excentricidades o características personales excepcionales o extremas (Schibeci, 1986; Finson, 2002). Estos rasgos estereotipados trascienden tanto en características culturales, como de género y raza, de modo que la imagen del hombre blanco con las características descritas es predominante en los dibujos ya sean los participantes hombres, mujeres, afrodescendientes, de origen asiático, etc. (Finson, 2002).

DIBUJE UN CIENTÍFICO MODIFICADO (MDAST)

Tras varias décadas de investigación sobre la imagen de los científicos por medio del DAST, han surgido propuestas de mejora al introducir modificaciones tanto en la aplicación como en los indicadores a valorar y el mismo protocolo de calificación. Algunos ajustes proponen agregar elementos en los indicadores que permitan recoger las visiones que van más allá de las imágenes estereotipadas o clasificar imágenes alternativas a las comunes para afinar los análisis realizados (Finson, 2002). Otros investigadores han propuesto complementar la aplicación con información escrita. Si bien la aplicación original del instrumento facilita trabajar con participantes que carecen de habilidades en la escritura, la información adicional al dibujo puede enriquecer la interpretación y evidenciar particularidades y detalles de las representaciones de los científicos que se escapan a la interpretación exclusiva del dibujo (Finson, 2002; Farland-Smith, 2012; Farland-Smith, Finson, Boone, y Yale, 2014). Adicionalmente se han propuesto modificaciones a la rúbrica de calificación para poder recoger en el análisis información más profunda sobre los dibujos. Se propone valorar tres aspectos fundamentales que suelen aparecer en los dibujos, que no están recogidas adecuadamente con la categorización propuesta por Chambers: la *apariencia* del científico dibujado, el *lugar* donde lo ubican y finalmente la *actividad* que está realizando. Cada uno de estos aspectos es valorado según una rúbrica que asigna un puntaje de acuer-

do a los siguientes criterios (Farland-Smith, 2012) (Farland-Smith, Finson, Boone, y Yale, 2014):

Apariencia

(0) Indica aquellos dibujos que no pueden ser categorizados. Estos dibujos pueden contener trazos sin forma, una figura histórica, ningún científico, un maestro o un estudiante.

(1) Se otorga esta clasificación a los dibujos que se pueden denominar como «sensacionales». Estos dibujos contienen un hombre o una mujer que pueden parecerse a un monstruo o que tiene una apariencia claramente extraña o similar a los personajes de cómics.

(2) Se refiere a los dibujos que pueden denominarse como «tradicionales» o «estereotipados» que contienen un personaje que parece un hombre blanco.

(3) Se refiere a dibujos que van más allá de lo tradicional. Estos dibujos incluyen una minoría o una mujer científica.

107

Localización

(0) Se refiere a aquellos dibujos que no pueden ser categorizados. Estos dibujos pueden contener trazos sin forma o un aula de clases.

(1) Indica dibujos «sensacionales» que ilustran un lugar que se asemeja a un sótano, cueva o escenario secreto, que provoca asco u horror. A menudo contiene equipos, aparatos o instrumentos que normalmente no se encuentran en un laboratorio.

(2) Se refiere a un lugar «tradicional», que muestra un laboratorio típico con una mesa y equipo (puede incluir un computador) en una habitación de aspecto normal.

(3) Incluye a los dibujos que muestran un lugar que no es un laboratorio cerrado y diferente de un laboratorio tradicional.

Actividad

(0) Indica un dibujo con una actividad difícil o imposible de determinar.

(1) Señala dibujos, con una actividad «fantástica» o «sensacional», que pueden generar temor u horror. A menudo incluye equipos o instrumentos que normalmente no se encuentran en un laboratorio. Los dibujos que incluyen fuego, explosivos o trabajos peligrosos también están incluidos en esta categoría.

(2) Se refiere a dibujos que pueden denominarse como «tradicionales». Estas ilustraciones muestran una actividad que el estudiante cree que puede suceder, pero en verdad, es muy improbable que ocurra. Esta categoría también incluye dibujos donde el estudiante escribe, «este científico está estudiando. . . o tratando de...», pero no muestra cómo lo está haciendo.

(3) Señala dibujos que representan actividades realistas que reflejan el trabajo que un científico podría hacer con las herramientas apropiadas necesarias para realizar dichas actividades. Un estudiante puede escribir: «este científico está estudiando... o tratando de...» y muestra cómo se está haciendo. Es decir, el estudiante demuestra claramente cómo se está realizando esta actividad.

METODOLOGÍA

La población participante en el diagnóstico con este instrumento fue de 1164 estudiantes de colegios públicos de Bogotá desde el preescolar hasta noveno grado, con edades comprendidas entre 4 y 16 años. Para hacer las pruebas estadísticas se depuró la muestra, ya que en algunos casos en los que se habían recogido muestras en grupos en los que participaban estudiantes de diferentes ciclos no se pudo establecer el ciclo al que pertenecían, de modo que se hicieron análisis con 959 dibujos. La recolección de la información del diagnóstico se hizo

a lo largo de las primeras semanas del desarrollo del programa en el segundo semestre de 2016, durante los meses de septiembre y octubre.

Para el caso de esta herramienta, se hizo la adaptación y traducción del instrumento *Draw a Scientist* desarrollado por Chambers (1983) donde se hicieron los ajustes a la aplicación y a la rúbrica de calificación propuestos por autores que plantean ampliar la información que recoge y los aspectos analizables del instrumento (Farland-Smith, 2012; Farland-Smith, Finson, Boone, y Yale, 2014).

Se realizó una traducción del instrumento modificado, donde se solicitaba a los estudiantes hacer su dibujo según la siguiente instrucción: «Cierre los ojos e imagine a un científico o a una científica trabajando. En el siguiente espacio dibuje lo que se imaginó». Además del dibujo del científico, se solicitaba a continuación completar por escrito tres aspectos:

- Describa lo que está haciendo el personaje del dibujo. Escriba por lo menos dos frases.
- Escriba tres palabras que vienen a su mente cuando piensa en este científico.
- ¿Qué cosas cree que este científico hace en un día común y corriente? Escriba al menos tres cosas.

En este texto se presenta el análisis realizado al dibujo cuya interpretación se apoyó en la respuesta a la pregunta 1.

Los dibujos fueron analizados por tres jueces, de los cuales, los dos primeros dieron una clasificación independiente y el tercero revisó las dos clasificaciones emitidas. En caso de coincidir, la dejaba como definitiva, si discrepaban, este juez otorgaba la clasificación que, en su criterio, recogía mejor la valoración más adecuada.

Se utilizó la rúbrica mencionada, según la propuesta de Farland-Smith (2012) y Farland-Smith, Finson, Boone y Yale (2014), valorando la *apariencia* del científico dibujado, el *lugar* donde lo ubican y la *actividad* que está realizando, según los siguientes criterios:

Tabla 3.1 | Rúbrica de clasificación para los dibujos del DAST

Clasificación	Apariencia	Localización	Actividad
0 No clasificable	Dibujos que no pueden ser categorizados. Pueden incluir trazos sin forma, una figura histórica, ningún científico, un maestro o un estudiante.	Se refiere a aquellos dibujos que no pueden ser categorizados. Estos dibujos pueden incluir trazos sin forma o un aula de clases.	Presenta una actividad difícil o imposible de determinar.
1 Sensacional	Dibujos que se pueden denominar como «sensacionales». Estos dibujos incluyen un hombre o una mujer que puede parecerse a un monstruo o que tienen una apariencia claramente extraña o similar a los personajes de comics.	Dibujos «sensacionales» que ilustran un lugar que se asemeja a un sótano, cueva o escenario secreto, que provoca asco u horror, a menudo incluyen equipos, aparatos o instrumentos que normalmente no se encuentran en un laboratorio.	Dibujos con una actividad «fantástica» o «sensacional» que puede genera temor u horror. A menudo incluyen equipos o instrumentos, que normalmente no se encuentran en un laboratorio, y fuego, explosivos o actividades peligrosas.

Clasificación	Apariencia	Localización	Actividad
2 Estereotipo	Dibujos que pueden denominarse como «tradicionales» o «estereotipados» e incluyen un personaje que parece un hombre blanco.	Representan un lugar «tradicional», que muestra un laboratorio típico con una mesa y equipo (puede incluir un computador) en una habitación de aspecto normal.	Dibujos que pueden denominarse como «tradicionales». Muestran una actividad que el estudiante cree que puede suceder, pero en verdad, es muy improbable que ocurra. Esta categoría también incluye dibujos donde el estudiante escribe, «este científico está estudiando...», o tratando de...» pero no muestra cómo lo está haciendo.
3 Elaborado	Se refiere a dibujos que van más allá de lo tradicional. Estos dibujos incluyen una minoría o una mujer científica.	Incluye a los dibujos que muestran un lugar que no es un laboratorio cerrado y diferente a un laboratorio tradicional.	Dibujos que representan actividades realistas que reflejan el trabajo que un científico podría hacer con las

Clasificación	Apariencia	Localización	Actividad
3 Elaborado			herramientas apropiadas necesarias para realizar dichas actividades. Un estudiante puede escribir: «este científico está estudiando... o tratando de...» y muestra cómo se está haciendo. Es decir, el estudiante demuestra claramente cómo se está realizando esta actividad.
Traducción basada en Farland-Smith, 2012 y Farland-Smith, Finson, Boone, y Yale, 2014.			

Se analizaron las clasificaciones de los dibujos con SPSS 20 haciendo pruebas de Chi cuadrado. Se hizo un análisis de los dibujos teniendo en cuenta la clasificación sobre la apariencia, el lugar donde ubicaron al científico y la actividad que este estaba realizando. Se realizó adicionalmente un análisis donde se consideró el género con el que fue representado el dibujo (hombre, mujer o si se habían representado

dos o más científicos y se incluían ambos géneros) y el ciclo y el género del estudiante que realizó el dibujo.

RESULTADOS

Clasificación de los dibujos

La prueba de bondad de ajuste del DAST aplicado a la muestra permite rechazar las hipótesis nulas de que las categorías para la apariencia, el lugar y la actividad se distribuyen de manera igual. La Tabla 3.2 muestra el resumen de resultados de la prueba que arroja el SPSS.

Tabla 3.2 | Resumen prueba bondad de ajuste SPSS

	Apariencia	Localización	Actividad
Chi-cuadrado	573,384 ^a	451,448 ^a	550,351 ^b
gl	3	3	3
Sig. asintót.	0	0	0
a. 0 casillas (0,0 %) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 239,8.			
b. 0 casillas (0,0 %) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 239,5.			

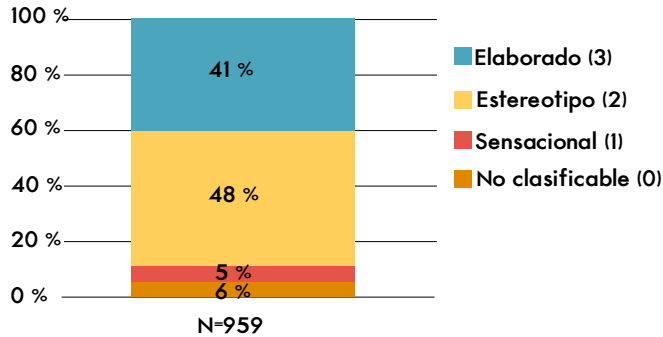
Apariencia del científico

En este caso se evidencia que un 43 % de los estudiantes hicieron dibujos elaborados. A pesar de ser una proporción importante, casi la mitad fueron dibujos que se clasificaron como estereotipados. Apenas un 5 % de los dibujos presentan una apariencia que se considera dentro de la categoría «sensacional».

Gráfica

3.1

Distribución porcentajes de la apariencia del científico, según categorías de clasificación



Lugar de ubicación

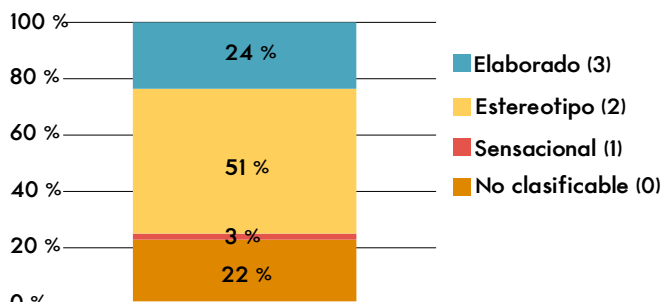
En este caso la proporción de ubicación en lugares estereotipados fue también la más alta con un 51 %. La ubicación de los científicos en lugares elaborados alcanzó el 24 %; un 22 % correspondió a lugares que no logran ser clasificados y un 3 % de dibujos ubicaron al científico en un sitio clasificable como «sensacional».

114

Gráfica

3.2

Distribución de porcentajes del lugar de ubicación del científico, según categorías de clasificación



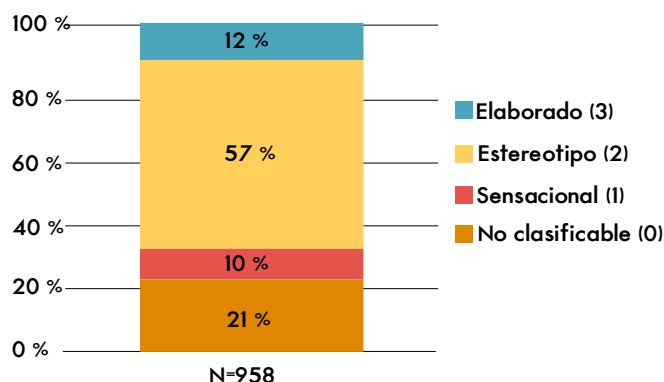
Actividad del científico

Para este caso la proporción de clasificación de los dibujos como «estereotipo» fue más alta que en los aspectos anteriores y alcanzó un 57 %. Los dibujos que respondieron a la categoría de «elaborado» fueron el 12 % y el porcentaje de dibujos en categoría «sensacional» alcanzó el 10 %.

Gráfica

3.3

Distribución de porcentajes de la actividad del científico, según categorías de clasificación



115

ANÁLISIS DE LA APARIENCIA DEL CIENTÍFICO POR GÉNERO Y CICLO

Se agruparon los datos por ciclos de la siguiente manera: preescolar; grados 1° y 2°; grados 3° y 4°; grados 5°, 6° y 7° y grados 8° y 9° para hacer un análisis del género representado en el dibujo según el grado escolar y el género del estudiante que realiza el DAST.

Se pasó prueba de Chi cuadrado para estimar el nivel de significancia de las diferencias en las proporciones evidenciadas en la muestra y en todos los casos resultaron significativas.

La Tabla 3.3 presenta los valores que arroja SPSS para la prueba:

Tabla 3.3 | *Resultados prueba de Chi cuadrado en SPSS*

Grado	Estadístico	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Preescolar	Chi-cuadrado de Pearson	130,229 ^a	3	0
	Razón de verosimilitudes	144,716	3	0
	Asociación lineal por lineal	29,698	1	0
	N de casos válidos	308		
1° y 2°	Chi-cuadrado de Pearson	39,103	3	0
	Razón de verosimilitudes	44,288	3	0
	Asociación lineal por lineal	19,815	1	0
	N de casos válidos	98		
3° y 4°	Chi-cuadrado de Pearson	109,151	3	0
	Razón de verosimilitudes	122,435	3	0
	Asociación lineal por lineal	84,463	1	0

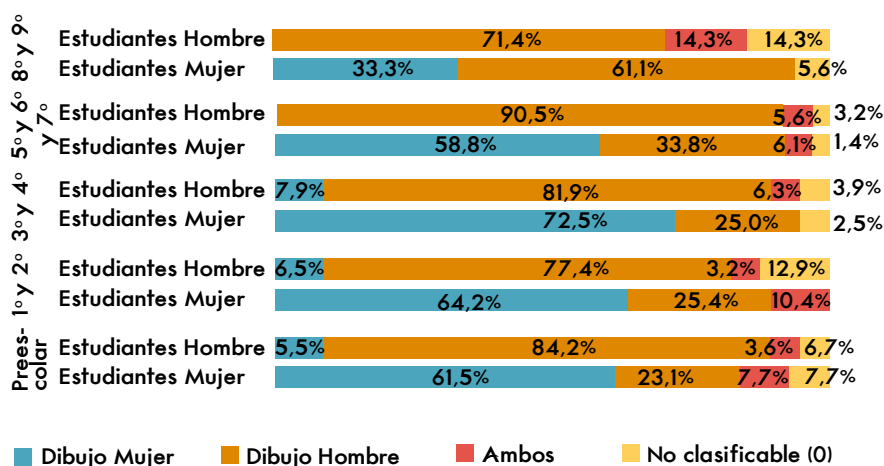
Grado	Estadístico	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
	N de casos válidos	247		
5°, 6° y 7°	Chi-cuadrado de Pearson	108,873 ^a	3	0
	Razón de verosimilitudes	135,864	3	0
	Asociación lineal por lineal	60,41	1	0
	N de casos válidos	274		
8° y 9°	Chi-cuadrado de Pearson	8,006 ^a	3	0,046
	Razón de verosimilitudes	10,976	3	0,012
	Asociación lineal por lineal	5,202	1	0,023
	N de casos válidos	32		

Se evidencia en general que la proporción de mujeres que representan al género femenino en los dibujos es mayor en todos los grados, siendo más alta en los grados inferiores, entre el 61,5 % en preescolar y el 72,5 % en 3° y 4° grado; para 5°, 6° y 7° disminuye a 58,8 % y en 8° y 9° disminuye al 33,3 %.

En el caso de los hombres, la representación de mujeres en el DAST está entre 5,5 % en preescolar y un 7,9 % como proporción más alta en los grados 3° y 4°. Para los grados 5°, 6° y 7° es apenas de 0,8 % y para 8° y 9° es cero, aunque hay una proporción del 14,3 % de hombres que representaron científicos de ambos géneros en estos grados, la más alta representación mixta en toda la muestra.

Gráfica 3.4

Distribución de porcentajes del género del dibujo (según ciclo y género del estudiante)



CONCLUSIONES

En general los resultados evidencian, en los estudiantes de la muestra, una tendencia a representar a los científicos muy acorde con el estereotipo que presenta la literatura sobre el tema (Mead y Métraux, 1957; Chambers, 1983; Schibeci, 1986; Finson, 2002; Farland-Smith, 2012; Farland-Smith, Finson, Boone, y Yale, 2014); es decir, la representación de hombres blancos en un laboratorio rodeados de instrumental, principalmente químico, y realizando actividades poco especificadas o peligrosas, en algunos casos.

Al revisar específicamente los aspectos que propone la rúbrica del DAST modificado (Farland-Smith, 2012 y Farland-Smith, Finson, Boone, y Yale, 2014), la *apariciencia* es el aspecto con menor proporción de representaciones estereotipadas debido a que una proporción

importante de mujeres dibujó mujeres en su DAST, principalmente en los grados inferiores.

Con relación al *lugar*, las representaciones estereotipadas son una proporción mayor al 50 %. Un porcentaje cercano a la cuarta parte de los estudiantes hizo un dibujo en el que se representa al científico en un lugar fuera del laboratorio tradicional en ambientes relacionados con la naturaleza, la astronomía y la astronáutica, algo explicable por el tipo de actividades que realizaban en el programa del Planetario de Bogotá en el que participaban. Es de resaltar también la alta proporción de dibujos dentro de la categoría «No clasificable», lo que refuerza la interpretación de una imagen distorsionada de la actividad científica. En este aspecto, los estudiantes no logran ubicar con claridad los entornos en los que se desarrolla el trabajo de los científicos o el referente que tienen no va más allá del estereotipo del laboratorio.

Con relación a la *actividad* el caso es aún más extremo. Apenas un 12 % de los estudiantes elaboró representaciones del científico donde logran plasmar de manera apropiada referentes sobre lo que hacen los científicos y cómo lo hacen. En un 57% de los casos, la representación se clasificó como estereotipada, es decir, los estudiantes representaban actividades poco concretas o que no son viables en la vida real. En este caso también es mayor la proporción de estudiantes que representan a los científicos realizando tareas dentro de la clasificación de «sensacional», tales como construir robots para acabar con el mundo, manipular y explosionar sustancias peligrosas, interactuar con monstruos o seres fantásticos, etc. También es alta la proporción de estudiantes cuyos dibujos, con relación a la actividad que desarrollan los científicos, fueron inclasificables en alguna de las otras categorías. Esto muestra una visión mucho más limitada de los estudiantes sobre los científicos ya que se les dificulta, aún más que con los otros dos aspectos, representar de manera adecuada actividades propias del ejercicio científico. En esta medida, no logran ubicar de manera clara el tipo de actividades, los recursos, las herramientas y las formas de hacer de los científicos.

Con relación a la representación del género en los dibujos, este aspecto marcó de manera fundamental los mejores resultados en cuanto al análisis de la apariencia de los científicos dibujados. Los resultados son consistentes con el estereotipo presentado por la literatura (Chambers, 1983; Finson, 2002), según el cual los niños más pequeños tienen imágenes menos estereotipadas de los científicos. En este caso, vemos cómo en los grados superiores es menor la proporción de estudiantes que representan mujeres en sus dibujos. En este aspecto, cabe resaltar la tendencia de los hombres a representar muchas menos mujeres como científicas.

En general en los resultados, podemos notar una representación menos estereotipada de los científicos con relación a la apariencia, fundamentada principalmente en la representación menos sesgada que hacen las mujeres, sobre todo las de grados menores, pues tienden a representar, en mayor proporción, a mujeres en ejercicio de la profesión científica.

Lo observado con relación a los otros aspectos del dibujo (lugar y actividad) reitera la necesidad de considerar lo expresado por diversos autores sobre la urgencia de abordar, con mayor profundidad, temas de la naturaleza de la ciencia y de prestar atención a las visiones de la ciencia que transmite la enseñanza (Abd-El-Khalick, Bell, y Lederman, 1998; Abd-El-Khalick, 2013; Acevedo, 2008; Fernández I., Gil, Valdés, y Vilches, 2005; Fernández I., Gil, Carrascosa, Chachapuz, y Praia, 2002). Lo que se evidencia aquí es, por un lado, la falta de claridad de los estudiantes sobre diversos aspectos de la naturaleza de la ciencia y del trabajo de quienes la ejercen: el tipo de personas que la practican, la diversidad de escenarios donde la investigación científica es realizable, el tipo de actividades que es posible hacer en esta variedad de escenarios, los aspectos metodológicos implicados, como, por ejemplo, los medios necesarios para realizar la investigación científica y las actividades relacionadas con este ejercicio (trabajo de campo y laboratorio, organización y análisis de datos, etc.).

Por otro lado, es importante llamar la atención sobre la influencia de la educación en la conformación y consolidación de la

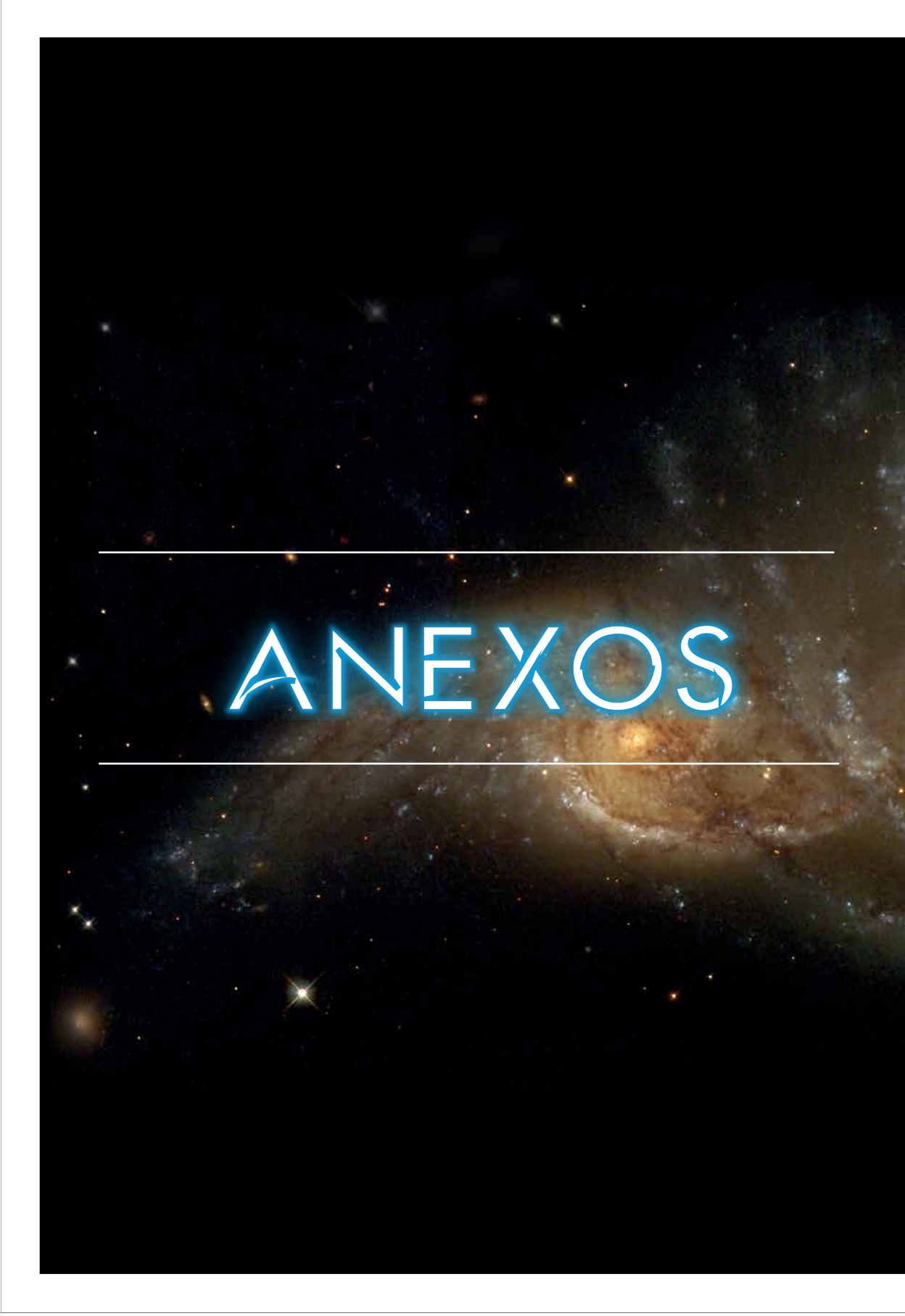
imagen pobre y estereotipada que las investigaciones reportan a medida que los participantes, avanzan en grado escolar. Esto se debe tener en cuenta tanto en el diseño de programas y planes curriculares, como en los procesos de formación y actualización de los docentes de ciencias, ya que se busca la forma de utilizar los resultados de la investigación para adecuar mejor su enseñanza y de usar este tipo de instrumentos para recoger información valiosa de los grupos de estudiantes sobre su comprensión de la ciencia y del ejercicio de los científicos como fundamento de nuevas propuestas de trabajo de la naturaleza de la ciencia en el aula.

REFERENCIAS

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: abandoning scientism, but... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., y Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Acevedo, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Acevedo, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 134-169.
- Acevedo, J., Vázquez, Á., y Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy: A Project 2061 report*. Nueva York: Oxford University Press.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic Images of the scientist: The draw a scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science*, 37(6), 582-601.
- Farland-Smith, D., Finson, K., Boone, W. J., y Yale, M. (2014). An investigation of media influences on elementary students representations of scientists. *Journal of Science Teacher Education*, 25(3), 355-366.
- Farland-Smith, D. (2012). Development and field test of the modified draw-a-scientist test and the draw-a-scientist rubric. *School Science and Mathematics*, 112(2), 109-116.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Chachapuz, A., y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Fernández, I., Gil, D., Valdés, P., y Vilches, A. (2005). ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? En D. Gil, y B. M. Macedo, *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, 29-62. Santiago de Chile: Andros Impresores.
- Finson, K. D. (2002). Drawing a scientist: What we do and do not know after fifty years of drawings. *School, Science and Mathematics*, (102), 335-3345.
- Holbrook, J., y Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Hurd, P. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, (82), 407-416.
- Lederman, N. (2006). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1), 1-11.

- Martín, M. (2006). Conocer, manejar, valorar, participar: los fines de una educación para la ciudadanía. *Revista Iberoamericana de Educación*. (42), 69-84.
- McComas, W. F. (2002). The principal elements of nature of science: Despeeling the myths. En W. F. McComas, *The Nature of Science in Science Education*, 53-70. Nueva York: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., y Olson, J. (2002). The nature of science in international science education. Standards documents. En McComas William F., *The Nature of Science in Science Education*, 41-52. Nueva York: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., Almazroa, H., y Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- Mead, M., y Métraux, R. (1957). Image of the Scientist among High-School Students. A pilot student. *Science*, 126(3270), 384-390.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press.
- Oliver, J. S., Jackson, D. F., Chun, S., Kemp, A., Tippins, D. J., Leonard, R., . . . Rascoe, B. (2001). The concept of scientific literacy: A view of the current debate as an outgrowth of the past two centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science*, 1(1), 1-33.
- Rudolph, J. L. (2000). Reconsidering the nature of science as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 32(3), 403-419.
- Schibeci, R. A. (1986). Images of science and scientist and science education. *Science Education*, 70(2), 139-149.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., y Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Vázquez, Á., Manassero, M. A., Acevedo, J., y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnológica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 331-363, 331-363.

The background of the image is a deep space scene featuring a large, glowing spiral galaxy in the lower right quadrant. The galaxy's core is a bright, dense yellow-orange, with its arms extending outwards, showing intricate patterns of stars and interstellar dust. The rest of the background is a dark, velvety black, peppered with numerous stars of varying sizes and colors, including some bright white ones and others with a reddish or orange tint. Two thin, horizontal white lines are positioned above and below the central text, spanning most of the width of the image.

ANEXOS



FOTONASA / GODDARD SPACE FLIGHT CENTER - SPACE TELESCOPE SCIENCE INSTITUTE

ANEXO 1

ENCUESTA DE ACTITUDES HACIA LA ASTRONOMÍA (PRETEST)

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____

Colegio: _____

Curso _____ Código del grupo: _____

Las siguientes preguntas están diseñadas para identificar sus actitudes hacia la astronomía y la ciencia.

Por favor lea cada pregunta y marque la respuesta que represente su opinión. Trate de no pensar demasiado la respuesta. No hay respuestas correctas o incorrectas. La escala es la siguiente:

Totalmente de acuerdo	5
Un poco de acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
Un poco en desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

1. La astronomía es un tema que la mayoría de la gente aprende rápidamente

1	2	3	4	5
				

2. Tendré problemas para entender la astronomía debido a lo que pienso

1	2	3	4	5
				

3. Los conceptos de astronomía son fáciles de entender

1	2	3	4	5
				

4. La astronomía no es importante para mi vida

1	2	3	4	5
				

5. Voy a frustrarme (sentimiento desagradable que se produce cuando no se cumplen las expectativas de una persona) en las evaluaciones de astronomía

1	2	3	4	5
				

6. Me voy a sentir incómodo y presionado durante las sesiones de astronomía

1	2	3	4	5
				

7. Voy a entender cómo aplicar el pensamiento analítico (habilidad de investigar que se fundamenta en las evidencias), a la astronomía

1	2	3	4	5
				

8. Aprender astronomía requiere de mucho esfuerzo y disciplina

1	2	3	4	5
				

9. No voy a tener ni idea de lo que está pasando con los avances de la astronomía

1	2	3	4	5
				

10. Me gustará la astronomía

1	2	3	4	5

11. Lo que aprenda en astronomía será inútil en mi carrera profesional

1	2	3	4	5

12. La mayoría de la gente tiene que aprender nuevas maneras de pensar para hacer astronomía

1	2	3	4	5

13. La astronomía es muy técnica (conjunto de procedimientos u objetos que al usarlos requieren práctica y habilidad)

1	2	3	4	5

14. Me sentiré inseguro cuando tenga que hacer tareas sobre astronomía

1	2	3	4	5

15. Siento que los conceptos de astronomía serán difíciles de entender

1	2	3	4	5

16. Voy a disfrutar las actividades asociadas a la astronomía.

1	2	3	4	5

17. Cometeré muchos errores usando los conceptos de astronomía

1	2	3	4	5

18. La astronomía implica memorizar una gran cantidad de hechos o información

1	2	3	4	5
				

19. La astronomía es una materia complicada

1	2	3	4	5
				

20. Puedo aprender astronomía

1	2	3	4	5
				

21. La astronomía es inútil

1	2	3	4	5
				

22. Me asusta la astronomía

1	2	3	4	5
				

23. Los hallazgos científicos pocas veces están presentes en la vida diaria

1	2	3	4	5
				

24. Los conceptos científicos son fáciles de entender

1	2	3	4	5
				

25. La ciencia no es útil para los profesionales más comunes

1	2	3	4	5
				

26. Pensar en tomar un curso de ciencias me asusta

1	2	3	4	5
				

27. Me gusta la ciencia

1	2	3	4	5
				

28. Los conceptos científicos me parecen difíciles de comprender

1	2	3	4	5
				

29. Puedo aprender sobre la ciencia

1	2	3	4	5
				

30. Aprender ciencias me hará más apto para obtener un empleo

1	2	3	4	5
				

31. La ciencia es un tema complicado

1	2	3	4	5
				

32. Yo uso la ciencia en mi vida diaria

1	2	3	4	5
				

33. El pensamiento científico no es aplicable a mi vida, fuera de hacer mis tareas

1	2	3	4	5
				

34. La ciencia debe ser una parte necesaria de mi formación profesional

1	2	3	4	5
				

ANEXO 2

ENCUESTA DE ACTITUDES HACIA LA ASTRONOMÍA (POSTEST)

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____

Colegio: _____

Curso _____ Código del grupo: _____

Piense en las clases de astronomía y por favor indique qué tan de acuerdo o en desacuerdo está con las siguientes afirmaciones. Lea cada pregunta y marque la opción que represente su opinión. *Recuerde que no hay respuestas correctas o incorrectas.* La escala es la siguiente:

131

Totalmente de acuerdo	5
Un poco de acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
Un poco en desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

1. La astronomía es un tema que la mayoría de la gente aprende rápidamente

1	2	3	4	5
				

2. Tuve problemas para entender la astronomía debido a lo que pienso

1	2	3	4	5
				

3. Los conceptos de astronomía fueron fáciles de comprender

1	2	3	4	5
				

4. La astronomía no es importante para mi vida

1	2	3	4	5
				

5. Me frustré (sentimiento desagradable que se produce cuando no se cumplen las expectativas de una persona) en las evaluaciones de astronomía

1	2	3	4	5
				

6. Me sentí incómodo y presionado durante las sesiones de astronomía

1	2	3	4	5
				

7. Entendí cómo aplicar el pensamiento analítico (habilidad de investigar que se fundamenta en las evidencias) a la astronomía

1	2	3	4	5
				

8. Aprender astronomía requiere de mucho esfuerzo y disciplina

1	2	3	4	5
				

9. Yo no tenía ni idea de lo que está pasando con los avances de la astronomía

1	2	3	4	5
				

10. Me gusta la astronomía

1	2	3	4	5
				

11. Lo que aprendí en astronomía será inútil en mi carrera profesional

1	2	3	4	5
				

12. La mayoría de la gente tiene que aprender una nueva manera de pensar para hacer astronomía

1	2	3	4	5
				

133

13. La astronomía fue una materia muy técnica (conjunto de procedimientos u objetos que al usarlos requieren práctica y habilidad)

1	2	3	4	5
				

14. Me sentí inseguro cuando tuve que hacer tareas sobre astronomía

1	2	3	4	5
				

15. Sentí que los conceptos de astronomía son difíciles de entender

1	2	3	4	5
				

16. Yo disfruté las actividades asociadas a la astronomía.

1	2	3	4	5
				

17. Cometí muchos errores al usar los conceptos de astronomía

1	2	3	4	5
				

18. La astronomía implicó memorizar una gran cantidad de hechos o información

1	2	3	4	5
				

19. La astronomía fue una materia complicada

1	2	3	4	5
				

20. Pude aprender astronomía

1	2	3	4	5
				

21. La astronomía es inútil

1	2	3	4	5
				

22. Yo le tenía miedo a la astronomía

1	2	3	4	5
				

23. Los hallazgos científicos rara vez están presentes en la vida diaria

1	2	3	4	5
				

24. Los conceptos científicos son fáciles de entender

1	2	3	4	5
				

25. La ciencia no es útil para los profesionales más comunes

1	2	3	4	5
				

26. Pensar en tomar un curso de ciencias me asusta

1	2	3	4	5
				

27. Me gusta la ciencia

1	2	3	4	5
				

28. Los conceptos científicos me parecieron difíciles de entender

1	2	3	4	5
				

29. Pude aprender sobre la ciencia

1	2	3	4	5
				

30. Aprender ciencias me hará más apto para un obtener un empleo

1	2	3	4	5
				

31. La ciencia es un tema complicado

1	2	3	4	5
				

32. Yo uso la ciencia en mi vida diaria

1	2	3	4	5
				

33. El pensamiento científico no es aplicable a mi vida, fuera de hacer mis tareas

1	2	3	4	5
				

34. La ciencia debe ser una parte necesaria de mi formación profesional

1	2	3	4	5
				

ANEXO 3

ENCUESTA DE ACTITUDES HACIA LA CIENCIA ESCOLAR

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____

Colegio: _____

Curso _____ Código del grupo: _____

Las siguientes preguntas pretenden identificar sus actitudes hacia las ciencias naturales.

Por favor, lea cada pregunta y marque la respuesta que representa su opinión. Trate de no pensar demasiado la respuesta. No hay respuestas correctas o incorrectas.

En las tres siguientes preguntas marque la casilla que refleje dónde se ubica su opinión sobre los dos extremos.

1. Para la profesión que pienso seguir, los conocimientos de ciencias vistos en el colegio serán:

Inútiles Necesarios

2. Pienso que la ciencia es:

Aburrida Divertida

3. Pienso que para mi vida diaria o cotidiana la ciencia es:

Inútil Necesario

Las siguientes preguntas tienen 5 respuestas posibles, de las cuales debe seleccionar una de las siguientes:

Totalmente de acuerdo	5
Un poco de acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
Un poco en desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

4. Me gustaría tomar un curso de profundización en ciencias naturales cuando esté en décimo y once

1	2	3	4	5
				

5. Pienso que soy bueno para las ciencias naturales

1	2	3	4	5
				

6. Trabajar como científico debe ser interesante

1	2	3	4	5
				

7. La ciencia ayuda a mejorar nuestra vida

1	2	3	4	5
				

8. Me gustaría aprender sobre las plantas de mi región

1	2	3	4	5
				

9. Me gustaría aprender sobre la electricidad y cómo se usa en la casa

1	2	3	4	5
				

10. Me cuesta esfuerzo (empleo de tiempo y energía) cumplir con las actividades y tareas de la clase de ciencias

1	2	3	4	5
				

ANEXO 4

ENCUESTA DE EXPLORACIÓN EMOCIONAL (PARTE 1)

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____

Colegio: _____

Curso: _____ Código del grupo: _____

Por favor piense en las clases de astronomía y recuerde que *no hay respuestas correctas o incorrectas*. Lea cada pregunta y marque la respuesta que representa su opinión o sentimiento. La escala es la siguiente:

Totalmente de acuerdo	5
Un poco de acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
Un poco en desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

1.1.1 Me emociono al asistir a las clases relacionadas con la astronomía

1	2	3	4	5
				

2.1.2 Disfruto estar en las clases de astronomía

1	2	3	4	5
				

139

3.2.1 Pensar en la clase de astronomía me hace sentir incomodo

1	2	3	4	5
				

4.2.2 Me siento asustado en las clases de astronomía

1	2	3	4	5
				

5.2.3. Me siento nervioso en clase

1	2	3	4	5
				

6.2.4. Incluso antes de la clase de astronomía, estoy preocupado si voy a ser capaz de entender el material

1	2	3	4	5
				

7.3.1 Me aburro

1	2	3	4	5
				

8.3.2. Encuentro la clase de astronomía bastante aburrida

1	2	3	4	5
				

9.3.3 Las actividades relacionadas con la astronomía me aburren

1	2	3	4	5
				

10.4.1 Me siento seguro cuando voy a clase de astronomía

1	2	3	4	5
				

11.4.2 Me siento lleno de esperanza

1	2	3	4	5
				

12.4.3 Soy optimista de que voy a ser capaz de mantenerme al día con el material y las actividades de esta clase

1	2	3	4	5
				

13.5.1. Me enorgullezco de ser capaz de mantenerme al día con el material suministrado para las clases de astronomía

1	2	3	4	5
				

14.6.1 Pensar en la clase de astronomía me hace sentir sin esperanza

1	2	3	4	5
				

15.6.2 Me siento desesperanzado

1	2	3	4	5
				

16.6.3 Incluso antes de la clase, me resigno al hecho de que no voy a entender el material

1	2	3	4	5
				

17.7.1. Me siento cohibido o tímido en clase de astronomía

1	2	3	4	5
				

18.7.2 Me siento avergonzado

1	2	3	4	5
				

19.7.3. Si los demás supieran que yo no entiendo el material de la clase, me daría vergüenza

1	2	3	4	5
				

20.8.1. Me siento frustrado en la clase de astronomía

1	2	3	4	5
				

21.8.2. Pensar en la mala calidad de la clase me da rabia

1	2	3	4	5
				

ANEXO 5

ENCUESTA DE EXPLORACIÓN EMOCIONAL (PARTE 2)

142

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____

Colegio: _____

Curso: _____ Código del grupo: _____

Por favor piense en las clases de astronomía y *recuerde que no hay respuestas correctas o incorrectas*. Lea cada pregunta y marque la respuesta que representa su opinión o sentimiento. La escala es la siguiente.

Totalmente de acuerdo	5
Un poco de acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
Un poco en desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

1.1.3 Tengo ganas de aprender mucho en las clases de astronomía

1	2	3	4	5
				

2.1.4 Estoy motivado para asistir a esta clase porque es emocionante

1	2	3	4	5
				

3.1.5 Disfrutar de esta clase hace que quiera participar

1	2	3	4	5
				

4.2.5. Me preocupa si estoy suficientemente preparado para la clase de astronomía

1	2	3	4	5
				

5.2.6. Estoy preocupado por si las exigencias podrían ser demasiado grandes

1	2	3	4	5
				

143

6.2.7. Me preocupa que los demás entiendan más que yo

1	2	3	4	5
				

7.2.8. Estoy tan nervioso, que preferiría evadir la clase de astronomía

1	2	3	4	5
				

8.3.4 Mi mente comienza a divagar o mariposear porque me aburro

1	2	3	4	5
				

9.3.5 Estoy tentado a salirme de la clase de astronomía porque es muy aburrida

1	2	3	4	5
				

10.3.6 Pienso en qué otra cosa podría estar haciendo en lugar de sentarme en esta clase aburridora

1	2	3	4	5
				

11.3.7 Debido a que el tiempo pasa muy despacio, miro mi reloj con frecuencia

1	2	3	4	5
				

12.4.4 Tengo la esperanza de que voy a hacer buenos aportes en esta clase

1	2	3	4	5
				

13.4.5 Tengo confianza porque entiendo el material de las clases de astronomía

1	2	3	4	5
				

14.5.2. Estoy orgulloso de que me va mejor que a los otros en esta clase

1	2	3	4	5
				

15.5.3. Cuando hago buenas contribuciones en clase, me siento aún más motivado

1	2	3	4	5
				

16.6.4 He perdido toda esperanza de entender en esta clase

1	2	3	4	5
				

17.6.5 Debido a que me he rendido, no tengo energía, ni ganas de ir a clase de astronomía

1	2	3	4	5
				

18.7.4. Cuando no hablo en clase siento como que estoy pasando por tonto

1	2	3	4	5
				

19.7.5. Me avergüenza no poder expresarme bien

1	2	3	4	5
				

20.7.6. Después de que he dicho algo en clase me gustaría poder meterme en un agujero y esconderme

1	2	3	4	5
				

21.8.3. Pensar en todas las cosas inútiles que tengo que aprender me irrita

1	2	3	4	5
				

22.8.4. Me gustaría no tener que asistir a la clase de astronomía, porque me da rabia

1	2	3	4	5
				

ANEXO 6

ENCUESTA DE EXPLORACIÓN EMOCIONAL
(PARTE 3)

Nombre: _____
Edad: _____ Fecha: _____
Colegio: _____
Curso _____ Código del grupo: _____

Piense en las clases de astronomía y por favor indique qué tan de acuerdo o en desacuerdo está con las siguientes afirmaciones. Lea cada pregunta y marque la opción que represente su opinión. *Recuerde que no hay respuestas correctas o incorrectas.* La escala es la siguiente:

146

Totalmente de acuerdo	5
Un poco de acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
Un poco en desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

1.1.6 Esta clase es tan emocionante, que podría sentarme durante horas escuchando al profesor

1	2	3	4	5
				

2.1.7 Me gusta participar tanto en las clases, que me llena de alegría

1	2	3	4	5
				

3.2.9. Tengo miedo de poder decir algo mal en clase, por lo que prefiero no decir nada

1	2	3	4	5
				

4.2.10. Cuando pienso en la clase, me siento indispuesto

1	2	3	4	5
				

5.2.11. Me pongo tenso (angustia o impaciencia) en clase de astronomía

1	2	3	4	5
				

6.2.12. Cuando no entiendo algo importante en la clase, mi corazón se acelera

1	2	3	4	5
				

7.3.8 Me aburro tanto que tengo problemas para mantenerme atento

1	2	3	4	5
				

8.3.9 Me pongo inquieto porque no puedo esperar a que la clase se termine

1	2	3	4	5
				

9.3.10 Durante las clases siento que podría dormirme en el puesto

1	2	3	4	5
				

10.3.11 Comienzo a bostezar en clase de astronomía porque estoy muy aburrido

1	2	3	4	5
				

11.4.6 La confianza de que voy a entender el material de esta clase me motiva

1	2	3	4	5
				

12.4.7 Mi confianza me motiva a prepararme para la clase de astronomía

1	2	3	4	5
				

13.4.8 Las esperanzas de que voy a tener éxito, me motivan a invertir una gran cantidad de esfuerzo

1	2	3	4	5
				

14.5.4. Cuando lo hago bien en la clase de astronomía, me siento orgulloso

1	2	3	4	5
				

15.6.6. Prefiero no ir a clase, ya que no hay esperanza de comprender el material de todos modos

1	2	3	4	5
				

16.6.7 No tiene sentido prepararme para la clase de astronomía, ya que, de todos modos, no entiendo el material

1	2	3	4	5
				

17.6.8 Debido a que no entiendo el material de la clase, me siento desconectado y resignado

1	2	3	4	5
				

18.7.7. Cuando digo algo en la clase siento que me sonrojo

1	2	3	4	5

19.7.8. Por la vergüenza, llego a estar tenso e inhibido (abstenerse o dejar de actuar)

1	2	3	4	5

20.7.9. Cuando hablo en clase empiezo a tartamudear

1	2	3	4	5

21.8.5. Siento que me lleno de rabia en la clase de astronomía

1	2	3	4	5

22.8.6. Debido a que estoy enfadado me inquieto en clase

1	2	3	4	5

ANEXO 7

DIBUJE A UN CIENTÍFICO

Nombre: _____

Edad: _____ Fecha: _____

Colegio: _____

Curso _____ Código del grupo: _____

Cierre sus ojos e imagine a un científico o una científica trabajando. En el siguiente espacio dibuje lo que se imaginó.



2.1 Describa lo que está haciendo el personaje del dibujo. Escriba por lo menos 2 frases.

150

2.2 Escriba tres palabras que vienen a su mente cuando piensa en este científico.

2.3 ¿Qué cosas cree que este científico hace en un día común y corriente? Escriba al menos tres cosas.
