



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

TESIS

**CONOCIMIENTOS, CONCEPCIONES Y ACTITUDES SOBRE CIENCIA DE
FUTUROS PROFESORES DE EDUCACIÓN PRIMARIA DURANTE SU
FORMACIÓN INICIAL**

PRESENTA

Emanuel Orlando Esqueda Aguilera

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN
EDUCATIVA**

TUTOR:

Mtro. Felipe Martínez Rizo

COMITÉ TUTORAL

Dra. Alma Adrianna Gómez Galindo

Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar

Dra. María Guadalupe Pérez Martínez

Dr. Luis Horacio Pedroza Zúñiga

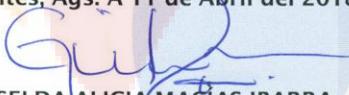
Aguascalientes, Ags., mayo del 2018

**DRA. EN ADMÓN. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ SERNA
DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
P R E S E N T E.**

Por este conducto le informo que el documento final de Tesis/Trabajo Práctico Titulado: "CONOCIMIENTOS, CONCEPCIONES Y ACTITUDES SOBRE CIENCIA DE FUTUROS DOCENTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA DURANTE SU FORMACIÓN INICIAL", presentado por el sustentante **EMANUEL ORLANDO ESQUEDA AGUILERA** con ID. 131936, egresado de la **MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA**, cumple las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para presentar el examen de grado.

Sin más por el momento, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E
"SE LUMEN PROFERRE"
Aguascalientes, Ags. A 11 de Abril del 2018**


**DRA. GRISELDA ALICIA MACÍAS IBARRA
DECANA**

c.c.p. Dr. Francisco Javier Pedroza Cabrera. Secretario de Investigación y Posgrado del CCS y H.
c.c.p. Dra. Victoria Eugenia Gutiérrez Marfileño. Secretaria Técnica de la Maestría en Inv. Educativa
c.c.p. Mtra. Imelda Jiménez García. Jefa del Depto. De Control Escolar
c.c.p. Lic. Emanuel Orlando Esqueda Aguilera. Egresado de la Maestría en Investigación Educativa
c.c.p. Archivo



DRA. GRISELDA ALICIA MACÍAS IBARRA
DECANA DEL CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
P R E S E N T E

Por medio de la presente, como comité tutorial designado del estudiante **EMANUEL ORLANDO ESQUEDA AGUILERA** con ID 131936 quien realizó la tesis titulada: **CONOCIMIENTOS, CONCEPCIONES Y ACTITUDES SOBRE CIENCIA DE FUTUROS DOCENTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA DURANTE SU FORMACIÓN INICIAL**, y con fundamento en el Artículo 175 Apartado II del Reglamento General de Docencia, nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO** para que él pueda proceder a su impresión. De igual manera, el estudiante podrá continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado en el programa de Maestría en Investigación Educativa.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"

Aguascalientes, Ags., a 05 de abril de 2018

Lic. Felipe Martínez Rizo
Tutor de tesis

Dra. Guadalupe Rúa Cuéllar
Integrante Comité Tutorial

Dra. Alma Adrianna Gómez Galindo
Integrante Comité Tutorial

c.c.p. Interesado
c.c.p. Secretaría Técnica de la Maestría en Investigación Educativa

Agradecimientos

Para todos quienes con su paciencia y apoyo,

me mostraron su amor y cariño.

El sentimiento es recíproco.



Índice general

Índice de tablas	3
Índice de gráficos.....	4
Resumen	5
Abstract	7
Introducción.....	9
I. Tema de estudio.....	11
1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2. Objeto de estudio	14
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivo y preguntas de investigación.....	18
II. Marco teórico	19
2.1. Conocimiento del docente.....	21
2.1.1. Conocimiento del contenido.	25
2.2. Actitudes hacia la ciencia.....	27
2.3. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.....	29
III. Marco contextual.....	34
3.1. Organización de la malla curricular.....	34
3.1.1. Cursos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.	35
3.1.2. Trayecto de práctica profesional	40
3.2. Aportaciones del plan de estudios al desarrollo de los aspectos para la enseñanza de la ciencia.	42
IV. Marco metodológico	45
4.1. Tipo de estudio	45
4.2. Selección de participantes	45
4.3. Técnicas de obtención de información	46

4.3.1. Instrumentos de conocimiento del contenido	47
4.3.2. Actitudes hacia la ciencia	55
4.3.3. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia	59
4.4. Trabajo de campo	64
4.5. Análisis de la información	65
V. Hallazgos y resultados	68
5.1. Conclusiones sobre el perfil de la muestra.....	68
5.2. Conocimiento del contenido de ciencia	69
5.2.1. Hallazgos sobre el conocimiento del contenido.....	69
5.2.2. Resultados de instrumentos sobre conocimiento del contenido.	70
5.3. Actitudes hacia la ciencia.....	74
5.3.1. Hallazgos sobre las actitudes hacia la ciencia	74
5.3.2. Resultados de instrumentos sobre actitudes hacia la ciencia.....	78
5.4. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.....	87
5.4.1. Hallazgos de concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.	87
5.4.2. Resultados de instrumento sobre concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.	89
VI. Discusión y conclusiones	94
6.1. Conocimiento del contenido	94
6.2. Actitudes hacia la ciencia.....	99
6.3. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.....	102
6.4. Consideraciones y perspectivas futuras	105
Bibliografía.....	108
Anexos.....	116

Índice de tablas

Tabla 1. Características básicas de la NdC que deberían aprender los estudiantes. 31

Tabla 2. Estructura de los cursos de preparación para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales 39

Tabla 3. Relación entre las competencias específicas de cursos de ciencia y los aspectos a evaluar en el proyecto 43

Tabla 4. Organización de la muestra 45

Tabla 5 Caracterización de instrumentos utilizados 46

Tabla 6. Estructura de la prueba EXCALE 48

Tabla 7. Estructura de la prueba PISA (por tipo de contenido)..... 50

Tabla 8. Estructura de la prueba ATLAST 53

Tabla 9. Estructura del instrumentos DAS 57

Tabla 10. Estructura de instrumento de actitudes de PISA 58

Tabla 11. Estructura del instrumento COCTS..... 63

Tabla 12. Incidentes presentados durante las aplicaciones 65

Tabla 13. Análisis realizado en cada instrumento 67

Tabla 14. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre pruebas por semestre..... 72

Tabla 15. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres entre instrumentos de actitudes 78

Tabla 16. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en instrumento DAS 79

Tabla 17. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en dimensión de relevancia de la enseñanza de la ciencia..... 81

Tabla 18. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en dimensión de dificultades en enseñanza de la ciencia 82

Tabla 19. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en dimensión de ansiedad en enseñanza de la ciencia..... 83

Tabla 20. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en dimensión de autoeficacia 84

Tabla 21. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis en escalas de instrumento de actitudes de PISA..... 85

Índice de gráficos

Figura 1. Aspectos a evaluar en el proyecto que influyen en las prácticas de ciencia de los docentes..... 16

Figura 2. Modelos sobre dominios del conocimiento docente. Fuente: Carlsen, 2002 23

Figura 3. Modelo de conocimiento del docente de Grossman. Extraído de (Cuéllar, Rodríguez, & Garritz, 2015)..... 24

Figura 4. Porcentaje de aciertos obtenidos por semestre en pruebas de conocimiento del contenido 71

Figura 5. Comparativo por conjunto de contenidos de EXCALE de docentes en formación con aplicación nacional 2009 73

Figura 6. Comparativo por tipo de contenido de PISA de docentes en formación con resultados nacionales e internacionales en 2006. Fuente: (OCDE, 2016) 74

Figura 7. Resultados por semestre en instrumentos de actitudes 78

Figura 8. Resultados del componente cognitivo en instrumento DAS 80

Figura 9. Resultados del componente afectivo en instrumento DAS 83

Figura 10. Resultados del componente de control percibido en instrumento DAS 84

Figura 11. Resultados por escala en instrumento de actitudes de PISA 86

Figura 12. Comparativo por escalas de actitudes de PISA de docente en formación con resultados nacionales e internacionales en 2006 87

Figura 13. Índice global Ponderado por semestre de instrumentos COCTS..... 90

Figura 14. Índices de categorías por semestre de instrumento COCTS 91

Figura 15. Índices de cuestiones por semestre en instrumento COCTS 93

Resumen

En la actualidad la formación científica en México tiene como objetivo principal la formación de ciudadanos críticos y responsables que puedan participar plenamente en la sociedad. Sin embargo, pruebas como las de PISA han demostrado que los estudiantes mexicanos, en su mayoría, no cuentan con las competencias necesarias para una participación social plena. Diversos factores influyen para que se tengan estos resultados, uno de ellos es la mala calidad educativa que incluye a los docentes quienes, a partir de la investigación, se señala que tienen una inadecuada preparación en pre-servicio y servicio.

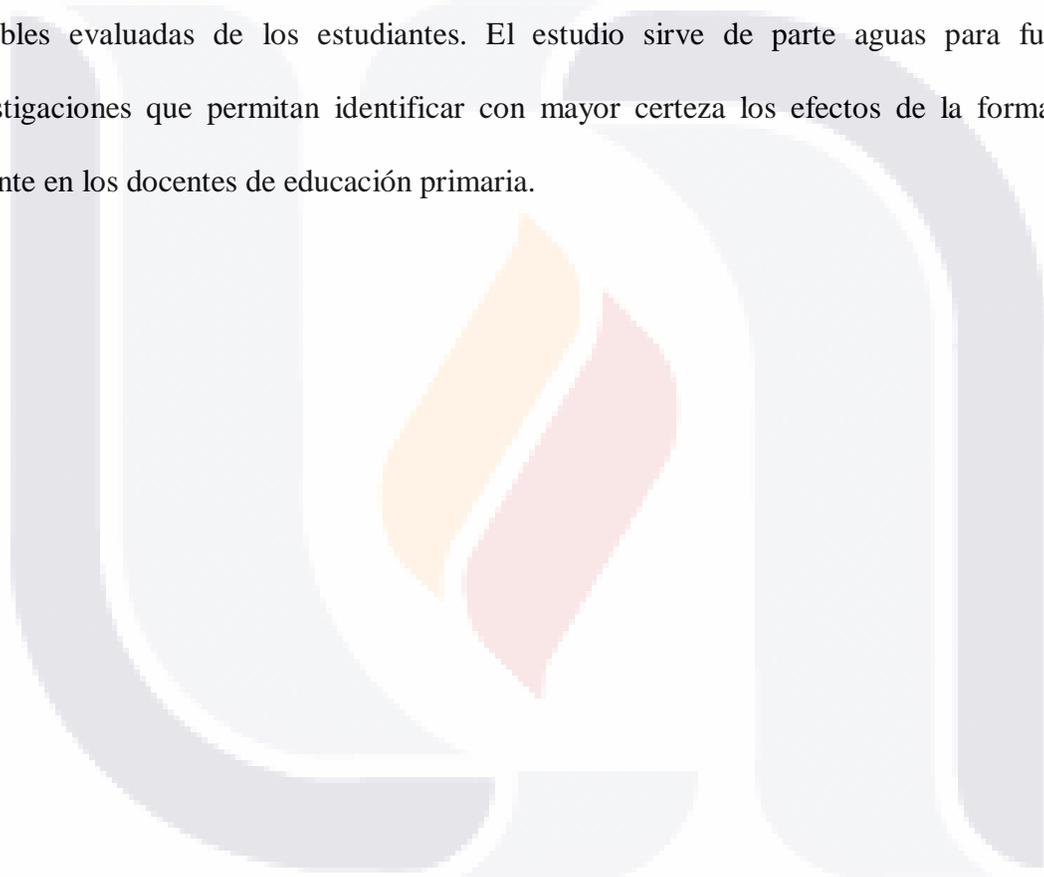
La investigación sobre la formación inicial de los docentes en ciencias es muy escasa, pues se suele hacer énfasis a los profesores en servicio. De los estudios existentes en formación inicial la mayoría suele tener un énfasis cualitativo. Esto ha llevado a que diversos investigadores resalten la necesidad de llevar a cabo estudios con otro enfoque que utilicen instrumentos estructurados para obtener información de muestras amplias.

Este estudio surge a partir de la ausencia de dichas investigaciones, con el objetivo de obtener información sobre el conocimiento del contenido, las actitudes hacia la ciencia y las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria de una institución formadora de docentes del estado de Aguascalientes. Estas tres variables han resaltado en la investigación en ciencia como aspectos que influyen en las prácticas de enseñanza.

Se recogió información de grupos de tres generaciones distintas al inicio y término del año. Esto permitió obtener información desde 2° hasta 7° semestre. Se analizaron los cambios de los tres grupos al inicio y término y se compararon los resultados con los otros grupos. El análisis arrojó tendencias distintas en los tres aspectos evaluados en el proyecto: en actitudes hacia la enseñanza de la ciencia los grupos con mayor tiempo en formación

tuvieron los resultados más altos. Por otro lado, en el conocimiento del contenido de ciencias y las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, los resultados más altos se presentaron en el grupo con menor tiempo en formación inicial.

Los hallazgos encontrados no permiten sacar conclusiones deterministas sobre la influencia de la formación inicial docente en ciencias. Sin embargo, permiten identificar que, más que la formación inicial docente, existen otros factores que influyen en las variables evaluadas de los estudiantes. El estudio sirve de parte aguas para futuras investigaciones que permitan identificar con mayor certeza los efectos de la formación docente en los docentes de educación primaria.



Abstract

In the actuality, the science education in Mexico has as main objective: the formation of critical and responsible citizen who are able to fully participate in society. Nevertheless, tests like the PISA have shown that most Mexican students do not have the necessary competencies to participate fully in society. Several factors contribute to have these results, one of them is the poor quality in education. These factors include the teachers who, according to the investigation, have inadequate pre-service and service preparation.

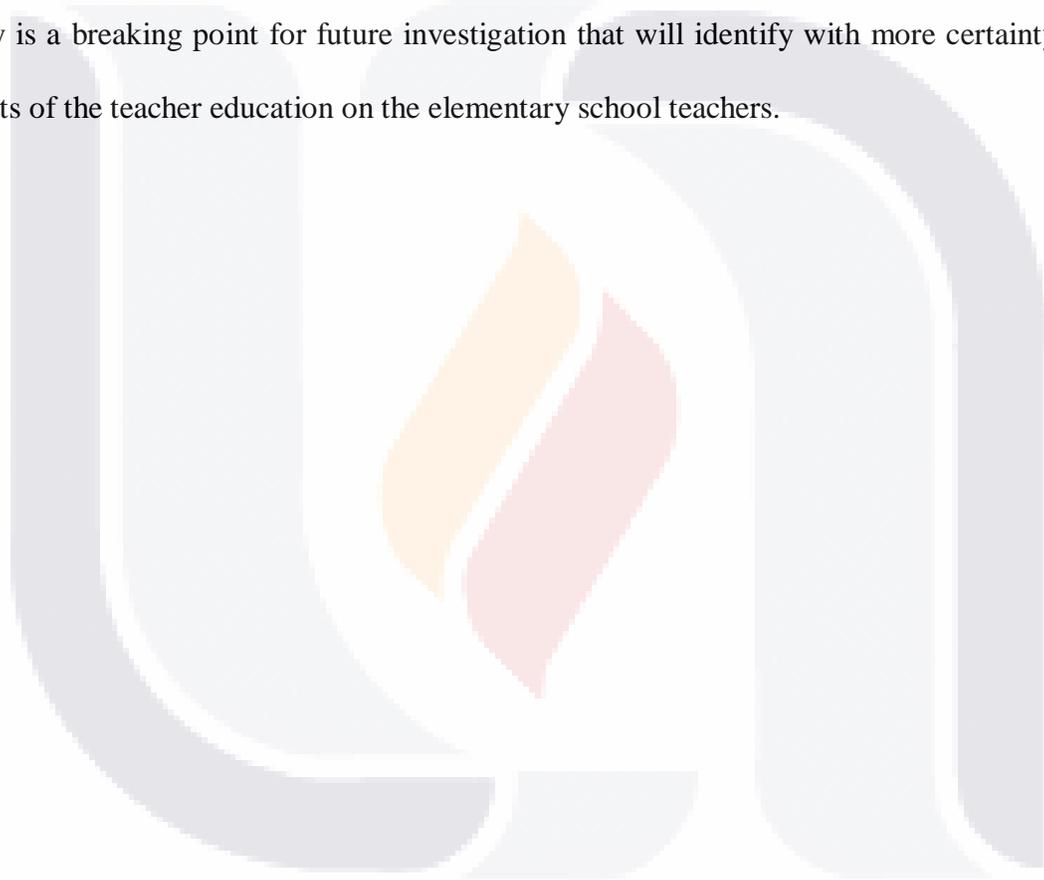
The investigation about the science teacher education is very scarce, due to the emphasis on the teachers in service. Most of the current students on teacher education have a qualitative emphasis. This has caused many investigators to point out the necessary to carry out studies with other type of approaches that use structured instruments to obtain information of broad samples.

This study arises from the absence of such investigations, with the objective of obtaining information about the content knowledge, the attitude towards science, and the conception about the nature of the science from the students in Bachelors in Elementary Education, from a teacher education institution of the state of Aguascalientes. These three variables have resulted from the scientific investigation, they are aspects that influence the teaching practices.

Information was gathered from groups of three different generations at the beginning and at the end of the year. This allowed to obtained information from the 2nd to the 7th semester. The changes of the three groups were analyzed at the beginning and at the end. The results were compared with the other groups. The analysis showed different trends on the three aspects evaluated in the project. When it comes to attitude towards the teaching of the science, the groups with the most time in training had the best results. On the other

hand, when it comes to the science content knowledge and the conception about the nature of the science, the group that obtain the best results was the group with the less time in the initial training.

The findings do not allow us to draw conclusions to determine the influence of the science teacher education. Nevertheless, it allows us to identify that, besides the teacher education, there are other factors that influence the variables evaluated in the students. The study is a breaking point for future investigation that will identify with more certainty the effects of the teacher education on the elementary school teachers.



Introducción

La investigación sobre formación inicial docente en ciencias en México es un campo poco explorado, pues en su mayoría, los estudios se enfocan en los docentes cuando ya se encuentran en servicio (Flores-Camacho, 2012). De los estudios realizados en formación inicial, la mayoría suelen llevarse a cabo desde una perspectiva etnográfica. No obstante, en recientes años se ha reconocido la necesidad de complementar la investigación con estudios que utilicen instrumentos estandarizados, que permitan obtener información de muestras más amplias de sujetos.

En la enseñanza de ciencias, no existe un consenso de los aspectos específicos que deben de desarrollarse en los docentes durante su formación inicial. Sin embargo, por la relevancia que han tenido en la investigación se pueden recuperar algunos que son imprescindibles. Éste estudio parte de los aspectos que Martínez Rizo (2008) señala como necesarios de desarrollar en la formación inicial docente, para que los futuros profesores puedan desarrollar prácticas enseñanza efectivas de ciencia: conocimiento del contenido, actitudes hacia la ciencia y concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

El estudio tuvo como objetivo obtener información inicial de tres grupos de estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria de diversas generaciones sobre los tres aspectos mencionados, e identificar los cambios que presentaron un año después. Así mismo se realizaron comparaciones entre los grupos para identificar tendencias entre los resultados a partir del tiempo que llevaban en la formación inicial.

El trabajo comienza con el planteamiento del problema, en el cual se expresa la importancia de la enseñanza de ciencias en educación básica y algunos antecedentes sobre la investigación realizada en formación inicial en ciencia. A partir de ésta se delimita posteriormente el objeto de estudio, la justificación de por qué investigar al respecto y

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

finalmente se establece el objetivo de investigación, en conjunto con las preguntas que ayudaron a cumplir éste.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, en éste se describe la teoría general de los tres aspectos, para comprender la estructura de cada uno y así mismo delimitar los alcances del estudio con los instrumentos utilizados. El marco contextual se presenta en el tercer capítulo, y en éste se expresan los lineamientos del actual Plan de Estudios para la Formación de Maestros de Educación Primaria, y se analizan con mayor detenimiento los cursos específicos para la enseñanza de las ciencias naturales, así como los de acercamiento a la práctica docente, con la intención de identificar si en los documentos oficiales se establece de manera explícita el desarrollo de los cuatro aspectos que se requieren para la enseñanza de las ciencias.

El siguiente capítulo corresponde al marco metodológico. En éste se delimita la investigación y los aspectos necesarios para llevar a cabo ésta: el tipo de estudio y los sujetos participantes, la estructura de los instrumentos estandarizados utilizados para la obtención de información, así como sus consideraciones metodológicas para el análisis, el trabajo de campo realizado, y el modelo utilizado para el análisis de la información.

Una vez establecido el estudio y la forma de proceder, en el capítulo de Hallazgos y resultados, se presentan los principales resultados obtenidos de los instrumentos, así como el análisis metodológico realizado. Éste inicia con un breve perfil de la muestra utilizada. Finalmente se realiza la Discusión de los resultados y las conclusiones a las que se llegó con el estudio con base en las preguntas de investigación.

I. Tema de estudio

1.1 Planteamiento del problema

A partir de la industrialización y el desarrollo de la ciencia y la tecnología que se llevaron a cabo durante el siglo XIX, la enseñanza de las ciencias naturales se consolidó como una de las asignaturas básicas, a la par de las materias tradicionales (lectura, escritura y aritmética). En la actualidad, la sociedad del conocimiento ha jugado un papel preponderante para destacar la importancia de la formación científica, y para definir sus enfoques (Rodríguez Gutiérrez & García García, 2011). Dentro de los países que conforman la OCDE, se destaca la importancia de la ciencia para contribuir a la formación de un ciudadano crítico, autónomo y responsable que le permita actuar de manera plena en la sociedad (Harlen, 1998; De la Peña, 2005; OCDE, 2006; Rodríguez Gutiérrez & García García, 2011).

Este nuevo enfoque llevó a la necesidad de conocer el grado de preparación de los ciudadanos con respecto a las ciencias, lo cual se ha logrado a partir pruebas nacionales e internacionales que brindan información al respecto en el ámbito educativo. En el caso de México, en los Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos (Excale) se identificó que más del 60% de los estudiantes se ubica en los niveles “Por debajo del básico” y “Básico” en cuanto al dominio del currículo nacional de ciencia (INEE, 2013). Así mismo, los resultados del país en la prueba PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) arrojaron que cerca del 50% por ciento de los estudiantes no alcanzó el nivel de competencias básico para el desempeño en la sociedad (OCDE, 2007).

Por otro lado, en las escalas de PISA, donde se midieron las actitudes hacia la ciencia, los resultados en todas las áreas evaluadas fueron superiores al del promedio de los países de la OCDE y mayores que los de países con los resultados más altos en la prueba de evaluación de la competencia científica. Esto indica que los estudiantes mexicanos tienen

actitudes muy positivas con respecto a la ciencia, su relevancia social y personal, entre otros aspectos, pero no cuentan, según el análisis de la OCDE, con un grado de apropiación adecuado de los conocimientos, habilidades y actitudes propios de ésta. (OCDE, 2007)

Los hallazgos sobre la formación científica de los estudiantes son reflejo de la necesidad que aún se tiene en el sistema educativo en materia de calidad educativa. En el estudio de William and Flora Hewlett Foundation (Santibáñez et al., 2005 en Flores-Camacho, 2012) se menciona que la baja calidad educativa en México se debe a una variedad de factores. Flores-Camacho (2012a) señala que uno comúnmente citado en la investigación internacional es la inadecuada preparación de los profesores de primaria y su deficiente capacitación en pre-servicio y servicio.

La investigación realizada en México ha dado cuenta de estos señalamientos. Del primer estado del conocimiento, publicado en 1996, León y Domínguez (1995, en López y Mota, 2003) presenta una conclusión donde se vincula la formación inicial docente con sus prácticas de enseñanza:

“el análisis de la formación que reciben los profesores de educación normal (primaria) en el área de ciencias naturales y su vinculación con los lineamientos pragmáticos a seguir en el salón de clase da como resultado que la enseñanza de las ciencias se centra en la exposición del profesor, que no hay relación entre teoría y práctica y que no se aborda específicamente la didáctica de las ciencias”. (p. 552)

Para el segundo estado del conocimiento no se incluyeron estudios sobre formación inicial docente debido a la ausencia de éstos (López y Mota Á. , 2003), mientras que en el tercer estado Flores-Camacho (2012) señala que las investigaciones relacionadas con el conocimiento del docente sobre ciencias siguen siendo escasas y que muy pocas se han

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

llevado a cabo durante la formación inicial de los docentes, pues se enfocan principalmente en los profesores en servicio.

De los estudios sobre formación inicial docente en ciencias del tercer estado del conocimiento, la mayoría partieron de un enfoque cualitativo, al igual que las investigaciones sobre los docentes en servicio. En el estudio de William and Flora Hewlett Foundation (Santibáñez, Vernez y Razquin, 2005 en Flores-Camacho, 2012) se menciona que la investigación educativa en México tiende a favorecer un enfoque cualitativo, que quizá se pueda deber a la carencia de datos cuantitativos a gran escala.

En el tercer estado del conocimiento el estudio de Peña y García (2009, en Guerra, et al. 2013) se distingue de los otros por tener un enfoque cuantitativo centrado en el uso de instrumentos estructurados. Éste tuvo como objetivo “Conocer las actitudes de las maestras en formación sobre el ambiente, sus conocimientos científicos básicos, habilidades cognitivas y afectivas hacia la ciencia y la enseñanza de temas ambientales de estudiantes de la Normal para Maestras de Jardín de Niños”. Para esto se aplicaron cuestionarios y entrevistas semiestructuradas antes y después de dos implementaciones de un curso intersemestral a partir de los cuales se reportó un incremento favorable en las actitudes de las estudiantes hacia la ciencia y el ambiente (Guerra, Pulido, García, Balderas, & Pulido, 2013).

A diferencia del estudio anterior, la mayoría de los trabajos sobre formación inicial docente se han concentrado en el marco de aquellos cuya finalidad, más que la utilización de herramientas o la evaluación, es la comprensión a profundidad sobre el conocimiento de los estudiantes. En el estado del conocimiento se señala a este trabajo como un tema de investigación interesante al que desafortunadamente no se le dio continuidad (Guerra, et al.

2013). Así mismo Martínez Rizo (2015) en su revisión de literatura considera conveniente dar continuidad a este tipo de trabajos.

Los estados del conocimiento desarrollados en el país han reflejado que la investigación sobre la enseñanza de ciencia en México es escasa, y se centra principalmente en los docentes en servicio. De los estudios realizados en formación inicial, la gran mayoría se enfoca en analizar a los docentes a profundidad desde un enfoque cualitativo. No se presentan estudios donde se utilicen acercamientos extensivos con instrumentos (cuestionarios, test, formularios) para obtener información de un número amplio de sujetos con respecto a los aspectos que influyen en sus prácticas de enseñanza de ciencia.

1.2. Objeto de estudio

Para definir el objeto de estudio, se partió del esquema de Martínez-Rizo (2008) sobre los elementos relacionados con la práctica docente. En éste, el autor señala cinco variables próximas del maestro que influyen en sus prácticas de enseñanza: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico general, conocimiento pedagógico del contenido, actitudes hacia la ciencia y concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

El conocimiento pedagógico general se descartó por no ser específico de la materia de ciencias, pues influye en todas las disciplinas. Por otro lado, el conocimiento pedagógico del contenido se contempló en un inicio, pero terminó por descartarse ya que el instrumento utilizado no brindó información válida sobre dicho aspecto (más información en el Marco metodológico).

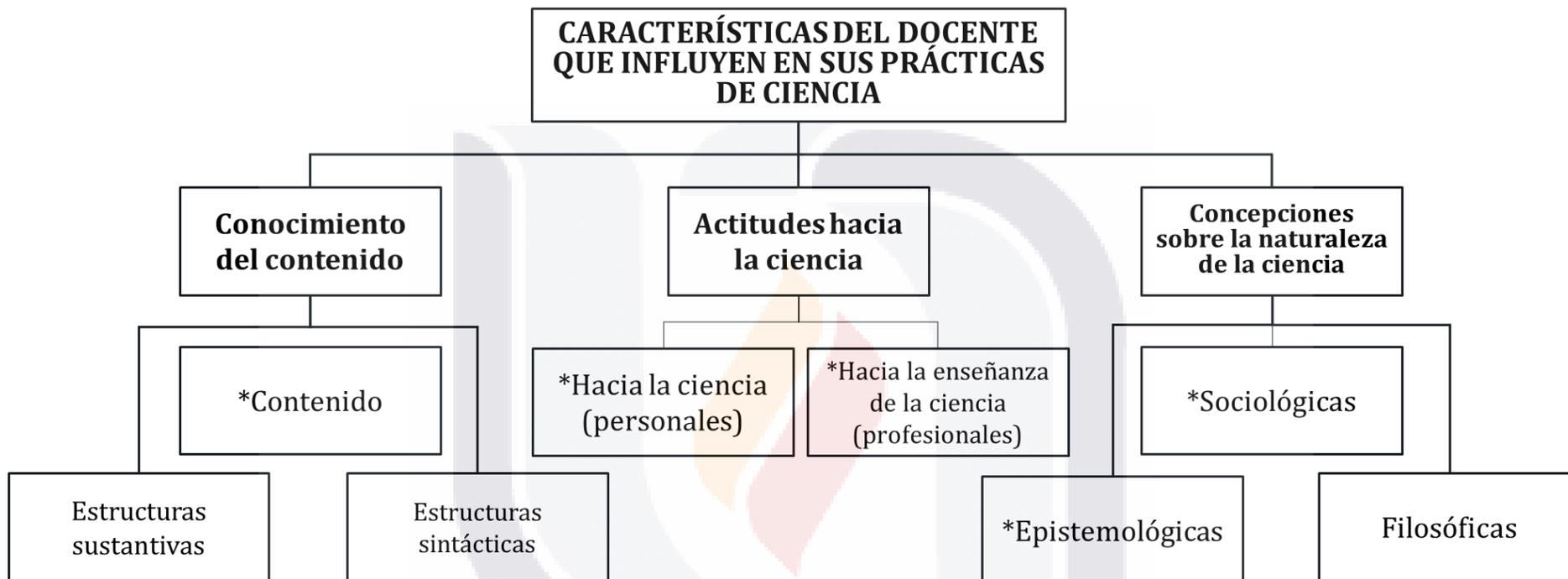
A partir de esta reflexión, se definió como objeto de estudio: el conocimiento del contenido de ciencia, las actitudes hacia la ciencia, y las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, del de los estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria de una escuela normal del estado de Aguascalientes.

El conocimiento del contenido se define como la comprensión que tiene el docente del cuerpo de conocimiento de la ciencia y las diversas formas en que éste puede ser comprendido y organizado, así como de las formas en que dicha disciplina evalúa y acepta el nuevo conocimiento (Rollnick y Mavhunga, 2016). Éste consta de tres elementos: las estructuras sustantivas, las estructuras sintácticas y el contenido.

La actitud se define como una tendencia psicológica a evaluar un objeto en términos de dimensiones de atributos favorables o desfavorables, buenos/malos, o positivos/negativos (Ajzen, 2001; Eagly&Chaiken, 1993 en Aalderen-Smeets et al., 2012). En cuanto a su objeto de actitud se encuentran las actitudes personales (hacia la ciencia) y las actitudes profesionales (hacia la enseñanza de la ciencia).

La naturaleza de la ciencia (NdC) se define como un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de reflexiones interdisciplinarias realizadas por los especialistas en sociología, filosofía y epistemología, así como por algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias” (Acevedo et al. 2007a; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004 en Acevedo-Díaz, 2008, p. 135).

Los tres aspectos no se evalúan en su totalidad, ya que los instrumentos utilizados brindaron información parcial de los constructos. Por tal motivo en la figura 1 se señalan los aspectos específicos de los que se obtuvo información dentro del proyecto.



* = Aspecto que se evalúa en este proyecto.

Figura 1. Aspectos a evaluar en el proyecto que influyen en las prácticas de ciencia de los docentes.

1.3. Justificación

La enseñanza de las ciencias se considera esencial en la actualidad dada su función para formar ciudadanos críticos que puedan actuar de manera plena en la sociedad (Rodríguez y García, 2011). No obstante, los resultados en diversas pruebas han reflejado que los estudiantes de educación básica no cuentan con la formación suficiente en ciencias para lograr este objetivo (INEE, 2013; OCDE, 2007). La mala calidad de la educación se debe a diversos aspectos, siendo uno de ellos el profesor y su mala capacitación en pre-servicio y en servicio (Santibáñez et al.,2005 en Flores-Camacho, 2012).

Si bien Flores-Camacho (2012) señala una baja calidad en la formación inicial. En el país existen pocos estudios que analicen dicho aspecto. En los estados del conocimiento que se han realizado en el país se observa poca investigación referente a la formación inicial docente para la enseñanza de ciencias. Y en todos ellos se sigue señalando la importancia de profundizar en este tema, incluso se proponen aspectos que deberían tener principal atención (López y Mota, 2003; Guerra et al. 2013).

Una característica de las investigaciones realizadas es que predominan los estudios etnográficos centrados en un análisis a profundidad del fenómeno educativo y la comprensión sobre el conocimiento de los estudiantes (Guerra y Sánchez, 2007 y 2007a; Ramos y García, 2008; Ramos, 2010). Mientras que existe una ausencia de estudios donde se utilicen acercamientos extensivos con instrumentos para obtener información (cuestionarios, test, formularios) de muestras amplias . Con respecto a este tipo de estudios, alguno investigadores resaltan la necesidad de llevar a cabo en el país más estudios con este corte (Guerra et. al. 2013; Martínez, 2015).

A partir de estudios de este tipo se obtendría evidencia que reflejen el avance o cambio que tiene el profesor con respecto a sus conocimientos, actitudes y concepciones de ciencia a lo largo de su formación inicial. Esta ausencia de investigación en el campo es importante, pues con ese tipo de información se puede medir la eficacia de los programas actuales de la licenciatura en educación primaria para la enseñanza de la ciencia, así como la calidad educativa. A su vez, puede llevar consecuentemente a investigaciones a profundidad donde se analice a detalle los resultados obtenidos en cada uno de los aspectos.

1.4. Objetivo y preguntas de investigación

El estudio tiene como objetivo principal: identificar los cambios que tienen los estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria, en sus conocimientos, concepciones y actitudes relacionados con sus prácticas de ciencia, a lo largo de su formación inicial y las diferencias existentes de éstos entre estudiantes de diversos semestres de la formación inicial.

Para llevar a cabo el logro del objetivo se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es la situación de los estudiantes en su conocimiento del contenido de ciencias, sus actitudes hacia la ciencia y sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia?
- ¿Cómo cambian estos aspectos a lo largo de un año de su formación inicial?
- ¿Qué diferencias se encuentran en estos aspectos entre los estudiantes de diversos semestres de la formación inicial?

II. Marco teórico

La formación docente es concebida como un proceso continuo en el cual los sujetos van desarrollando las competencias necesarias para el ejercicio profesional. La investigación señala que ésta no se da únicamente durante un periodo específico, pues aunque inicia oficialmente en la formación inicial y continúa durante el ejercicio de la práctica profesional, se ha demostrado que los años de educación básica de los docentes influyen también en su práctica (Guerra Ramos, 2012; Mercado, 2010).

Por este motivo la formación docente se concibe como un proceso formativo (Mercado, 2010) de aprendizaje permanente (Torres, 1999) que se desarrolla a lo largo de toda la profesión. En este proceso, además de la formación escolarizada, se reconoce el papel de los aprendizajes que se adquieren a lo largo de la vida fuera de la escuela (Torres, 1999; Feiman-Nemser, 2008) que influyen también en el quehacer profesional.

La formación propiamente enfocada en la docencia se organiza en dos momentos: la formación inicial, y la formación continua¹ que en México se denomina también como actualización. Esta última se considera muy importante pues se considera que los conocimientos y habilidades requeridas para la docencia no se pueden adquirir de una sola vez y para siempre, debido a las dinámicas de los contextos educativos, las innovaciones en pedagogía y, en el área de ciencias, al amplio currículo científico que se encuentra en constante evolución (Mercado, 2010).

La formación inicial tiene un papel importante dentro de la trayectoria profesional del docente, al constituir el periodo en el cual se introducen directamente al conocimiento sistematizado de las disciplinas asociadas con la educación y, de manera parcial y

¹ La formación continua comprende las actualizaciones que el docente sigue realizando durante su ejercicio profesional, una vez que egresa de su formación inicial.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

paulatina, a la práctica escolar y la enseñanza (Mercado, 2010). En este periodo se enfrentan a sus primeras experiencias formales de enseñanza, y se les capacita para la segunda etapa (formación continua) que se llevará a cabo durante toda su trayectoria profesional (MEC, 2000, en Mercado, 2010).

Diversos autores sugieren los aspectos que deben impartirse en formación inicial. Ben-Peretz y Lotan (2010) señalan que la mayoría de los programas de formación inicial docente presentan las mismas tendencias en su estructura: cursos de metodologías de las asignaturas (que usualmente asumen ya un conocimiento del contenido por parte de los estudiantes); psicología educativa, que incluye componentes de teorías de aprendizaje y desarrollo infantil o del adolescente; filosofía de la educación; historia del sistema educativo y las instituciones; sociología de la educación; evaluación; y políticas educativas. En conclusión, los programas buscan analizar el ámbito educativo desde diversas áreas, así como abordar cursos de pedagogía general, y otros específicos para cada asignatura donde se desarrollan los aspectos esenciales para su enseñanza.

A partir de los marcos de referencias contemporáneos con respecto al aprendizaje y la enseñanza, Feiman-Nemser (2008) conceptualiza el aprendizaje sobre la enseñanza alrededor de cuatro temas generales en los cuales subyacen interconexiones entre contenido, proceso y contexto. Los conceptualiza como: aprender a *pensar* como docente, aprender a *saber* como docente, aprender a *sentir* como docente y aprender a *actuar* como docente.

En el área específica de ciencia. Martínez (2008) señala cinco variables remotas que influyen en las prácticas del docente: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico del contenido, conocimiento pedagógico general, actitudes hacia la ciencia y concepciones sobre la naturaleza de la ciencia. Kennedy (1998) estableció una

caracterización similar a la de Martínez sobre conocimientos necesarios para la enseñanza de matemáticas y ciencias, sin dejar de resaltar la importancia de los conocimientos generales para la enseñanza de cualquier disciplina. A partir de la revisión de literatura y las reformas de formación docente, estableció cuatro características del conocimiento óptimo del docente para la enseñanza de las ciencias:

- a) Conceptual: Comprensión de las ideas centrales de la disciplina y la relación entre éstas; conocimiento detallado y capacidad para razonar, analizar y resolver problemas del área
- b) Pedagógico: Capacidad para generar representaciones de las ideas de la disciplina de forma apropiada y significativa para los estudiantes.
- c) Epistemológico: Comprensión de la naturaleza del trabajo propio de la disciplina.
- d) Actitudinal: Capacidad de respeto y apreciación del proceso a través del cual es generado el conocimiento.

Estos cuatro aspectos han recibido considerable atención dentro de la investigación educativa en enseñanza de las ciencias, principalmente de manera aislada. Pues se ha reconocido su importancia para la enseñanza de las ciencias y la educación en general (Martínez, 2008). A continuación se presenta información general de los tres aspectos evaluados en este proyecto. Antes de iniciar con el conocimiento del contenido se hace una descripción general del conocimiento docente con el objetivo de ubicar al CC dentro del panorama general de la investigación sobre conocimiento docente.

2.1. Conocimiento del docente

Desde la teoría sociocultural, el conocimiento es definido como la construcción de significados de la realidad por parte del individuo a partir de su interacción social y con el ambiente. Éste se encuentra organizado a partir de esquemas, que son redes de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

conocimiento integradas las cuales se van modificando e incrementando conforme se adquiere mayor información. A su vez, cuando se requiere de aplicar el conocimiento en alguna situación, los diversos esquemas que guardan relación con ésta interactúan para formar un conocimiento general de la misma. (Pritchard & Woollard, 2010)

El término conocimiento es usualmente utilizado para abarcar “todo lo que una persona conoce o cree que es verdad, ya sea o no verificado como verdadero de alguna forma objetiva o externa” (Schallert y Hare, 1991, en van Driel, Berry, & Meirink, 2014, pág. 848). El conocimiento docente, por otro lado, es más específico, pues se describe como el conjunto de ideas directamente relacionadas con la profesión que son potencialmente relevantes en las actividades del profesor. Éste es también conocido como conocimiento base para la enseñanza (Meijer, 2010).

En la práctica docente el profesor pone en juego su conocimiento, en conjunto con creencias, actitudes y valores (Gess-Newsome, 2002). Esto no implica que el docente hace uso de todo su conocimiento en cada acción, sino que, conscientemente o no, establece relaciones cognitivas en los aspectos que forman parte de su conocimiento base, razón por la cual en la investigación se han diseñado modelos de los aspectos que forman parte del conocimiento docente (van Driel, Berry, & Meirink, 2014).

Shulman fue uno de los primeros en investigar los tipos de conocimiento que poseen los profesores y que influyen en sus acciones, y desarrolló un número de dominios y categorías del conocimiento docente, los cuales han sido utilizados, expandidos y refinados por otros investigadores (Meijer, 2010) (figura 2). En un primer momento señaló tres tipos de conocimiento que influyen en la práctica docente (e introdujo el término de conocimiento pedagógico del contenido), hasta llegar posteriormente a un modelo de siete dominios del conocimiento base para la enseñanza (Gess-Newsome, 2002).

Categoría o dominio de conocimiento	Shulman, 1986	Shulman y Sykes, 1986	Shulman, 1987	Grossman, 1990	Carlsen, 2002
Conocimiento del contenido					
Conocimiento pedagógico del contenido					
Conocimiento pedagógico general					
Conocimiento del contexto educativo					
Conocimiento curricular					
Conocimiento de los estudiantes y sus características					
Conocimiento de los fines, propósitos y valores educativos y sus bases filosóficas e históricas					
Conocimiento general de las habilidades					
Rendimiento de las habilidades					

Clave	
Categoría mayor en el modelo	
Subcategoría en el modelo	
Sin referencia explícita en el modelo	

Figura 2. Modelos sobre dominios del conocimiento docente. Fuente: Carlsen, 2002

Los siete dominios fueron nuevamente definidos por Grossman (1990 en Carlsen, 2002) en cuatro grupos más generales, que a su vez cuentan con subcategorías (figura 3): conocimiento didáctico del contenido, conocimiento pedagógico del contenido, conocimiento pedagógico general y conocimiento del contexto educativo. En este modelo, señala como dominio integrador al conocimiento pedagógico del contenido, el cual se ve influido por los otros tres.

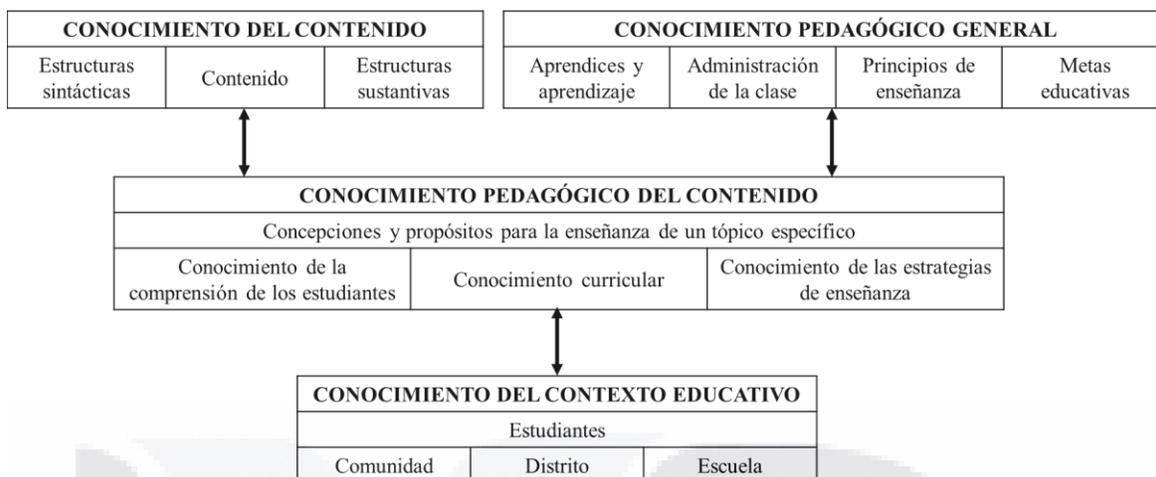


Figura 3. Modelo de conocimiento del docente de Grossman. Extraído de (Cuéllar, Rodríguez, & Garritz, 2015)

Gess-Newsome (2002) señala a este modelo como “la más comprensiva delineación del conocimiento base para la enseñanza y sus interrelaciones” (p. 5). Carlsen (2002) diseñó también un modelo haciendo algunas modificaciones al de Grossman. En el suyo establece cinco dominios generales del conocimiento docente, pues divide el conocimiento del contexto educativo en dos dominios generales: conocimiento sobre el contexto específico (clase y estudiantes) y conocimiento sobre el contexto educativo general (estado y nación, comunidad, escuela y anteriores alumnos). Además, en el conocimiento del contenido reemplaza la subcategoría de “contenido” por la de “naturaleza de la ciencia y la tecnología”, en concordancia con los objetivos educativos de la época establecidos en el Proyecto 2061 (1993 en Carlsen, 2002).

La autora enfatiza la actualización del modelo de Grossman como una visión contemporánea del pensamiento sobre ciencia y su enseñanza. No obstante, a pesar de la cantidad de modelos desarrollados y los avances hechos en cada uno, la misma señala que no se les concibe como una ruta inmutable de las estructuras cognitivas de todo individuo (Carlsen, 2002).

En este texto se abordan dos dominios del conocimiento base para la enseñanza: conocimiento del contenido y conocimiento pedagógico del contenido. Ambos se han considerado como primordiales desde los primeros modelos de conocimiento docente, y hasta el momento siguen estando presentes en los modelos como dos de los principales dominios que el profesor debe de desarrollar para la enseñanza de la ciencia.

2.1.1. Conocimiento del contenido.

El conocimiento del contenido es definido por Shulman (1986, en Deng, 2007) como “la cantidad de conocimiento y la organización del mismo que el docente posee”, con respecto a una disciplina, es decir las estructuras sustantivas y sintácticas de la misma. En sintonía con el modelo de Carlsen (2002), Deng y Luke (2007, en Deng 2007, p. 290) hacen una adición al término y señalan que dicho conocimiento incluye además “la comprensión de la visión desde el punto de vista epistemológico, las teorías del discurso y la sociología del conocimiento”, lo que guarda estrecha relación con la naturaleza de la ciencia.

En congruencia con este proyecto, se utiliza el concepto del conocimiento del contenido desarrollado por Shulman, y ampliado por Rollnick y Mavhunga (2016), como: la comprensión que tiene el docente del cuerpo de conocimiento de la ciencia y las diversas formas en que éste puede ser comprendido y organizado, así como de las formas en que dicha disciplina evalúa y acepta el nuevo conocimiento.

Schwab (1978, en Rollnick y Mavhunga, 2016) estableció dos tipos de estructuras que conforman el conocimiento de contenido: sustantivas y sintácticas. Éstas podrían considerarse respectivamente como los constructos de “teoría” y “práctica”:

- Estructura sustantiva: Comprende los conceptos, hechos y principios básicos de la disciplina (marcos teóricos) y las formas en que éstos se organizan en diversos tópicos (estructura interna). En otras palabras, la estructura conceptual organizada

de la disciplina (Garritz & Trinidad-Velasco, 2004). Incluye además los marcos exploratorios o paradigmas usados para guiar la investigación en el campo (Bernal & Valbuena, 2011).

- Estructura sintáctica: comprende el conjunto de procedimientos a partir de los cuales se establece la verdad o falsedad, así como la validez o invalidez de la afirmación que se haga sobre un fenómeno dado (Schwab, 1978, en Garritz y Trinidad-Velasco, 2004). Un conocimiento adecuado de estas estructuras implica además que el docente conozca, si bien no de manera especializada, los métodos de investigación a partir de los cuales se desarrolla y se acepta el conocimiento.

Grossman (1990 en Bernal y Valbuena, 2011) estableció además una tercera subcategoría denominada como “conocimiento del contenido para la enseñanza”, el cual hace referencia a la “materia” de la disciplina, es decir, información objetiva, organización de principios y conceptos centrales. Este tipo de conocimiento es considerado como resultado de un proceso crítico guiado por las estructuras sustantivas y sintácticas de la disciplina, por lo que es dependiente de las mismas.

El conocimiento del contenido es esencial para la enseñanza de la ciencia, pero no suficiente para lograr una enseñanza efectiva (Shulman, 1986, 1987 en Bartos, Lederman y Lederman, 2014; Ball y Bass, 2000; Grossman, 1990, en Davis, 2003). Éste, vinculado al conocimiento pedagógico general, se considera como un requerimiento previo para desarrollar el conocimiento pedagógico del contenido (van Driel, Berry, & Meirink, 2014). Los tres en su conjunto, y considerando los otros dominios, son necesarios para llevar a cabo una enseñanza efectiva de la ciencia.

2.2. Actitudes hacia la ciencia

La revisión de la literatura hecha por diversos autores ha llevado a la conclusión de que no existe claridad sobre el concepto de actitudes, y que la definición del constructo varía constantemente entre las investigaciones (Osborne, Simon, y Collins, 2003; Aalderen-Smeets et al., 2012). A pesar de esta falta, se aprecia un consenso general sobre la definición de actitud como una tendencia psicológica a evaluar un objeto en términos de dimensiones de atributos favorables o desfavorables, buenos/malos, o positivos/negativos (Ajzen, 2001; Eagly&Chaiken, 1993 en Aalderen-Smeets et al., 2012). Hay además diversos elementos que involucran las actitudes: componentes, dimensiones y objetos. Los componentes y las dimensiones forman parte del constructo de actitudes, mientras que los objetos corresponden a la entidad hacia la cual se tienen éstas.

El constructo psicológico de actitud usualmente está dividido en tres componentes: cognitivo, afectivo y conductual (Eagly y Chaiken, 1993 en Aalderen-Smeets et al.; Simpson et al., 1994 en Nieswandt, 2005). El conjunto de estos tres componentes conforma la actitud de un individuo hacia cierto objeto. El componente cognitivo está conformado por lo que la persona sabe del objeto, o las creencias que tiene al respecto; éstas influyen en el afectivo donde se encuentra el valor que le da al objeto, que suele ser más estable que el aspecto cognitivo; finalmente ambos componentes llevan al individuo a actuar de cierta manera frente al objeto, lo cual conforma el componente conductual (Nieswandt, 2005).

Los componentes a su vez están conformados por varias dimensiones o subcomponentes que en su conjunto conforman el concepto de actitud. La evaluación de cada una de estas dimensiones contribuye en diverso grado hacia la actitud completa hacia el objeto. Por tal motivo, una evaluación completa de una actitud hacia un objeto implica evaluar todas las dimensiones que la componen. Osborne, Simon y Collins (2003)

analizaron varios estudios sobre actitudes hacia la ciencia e identificaron un amplio rango de dimensiones que se han utilizado en la medición de actitudes hacia la ciencia, incluyendo:

- percepciones hacia el profesor de ciencias
- ansiedad hacia la ciencia
- el valor de la ciencia
- autoestima en la ciencia
- motivación hacia la ciencia
- disfrute de la ciencia
- actitudes de pares y amigos hacia la ciencia
- actitudes de los padres hacia la ciencia
- naturaleza del ambiente de la ciencia
- actitudes de logro hacia la ciencia

No obstante, en el caso de actitudes hacia la ciencia, y hacia la enseñanza de la ciencia, aún no existe un consenso en el número de dimensiones que constituye cada constructo. (Aalderen-Smeets et al., 2012)

Finalmente es importante definir el objeto de actitud, ya que en las investigaciones suelen hacerse mediciones de las actitudes hacia diversos objetos (hacia la ciencia, hacia la enseñanza de la ciencia, hacia las instituciones de ciencia, etc.) (Nieswandt, 2005). Aalderen-Smeets et al. (2012) definen el objeto como la entidad hacia la cual se hace la evaluación actitudinal. Los mismos autores hacen una distinción entre dos objetos que suelen evaluarse en la investigación: la ciencia y la enseñanza de la ciencia. A partir de esta distinción definen dos tipos de actitudes:

- Actitudes personales (hacia la ciencia): Actitudes que cualquier individuo, independientemente de su situación tiene hacia la ciencia.
- Actitudes profesionales (hacia la enseñanza de la ciencia): Actitudes propias de los profesores hacia la enseñanza de los temas de ciencia en el contexto escolar.

Una investigación de actitudes requiere por tanto delimitar el constructo, con los componentes y dimensiones que lo conforman, así como el objeto de actitud a evaluar. Aalderen-Smeets et al. (2012) crearon un marco teórico que fuera aplicable tanto en actitudes personales como profesionales. En éste señalan que una actitud se conforma de tres componentes: cognitivo, afectivo y de control percibido.

Los autores eliminaron el componente conductual y lo remplazaron por el de control percibido porque identificaron que este nuevo componente se presentaba más en las investigaciones, mientras que el conductual sería un paso posterior a la actitud, ya que los tres componentes en su conjunto llevan a una intención conductual que posteriormente se manifiesta en un comportamiento.

2.3. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia

El término naturaleza de la ciencia ha estado presente desde hace más de un siglo como meta importante para la enseñanza de las ciencias, y continúa estando presente en reformas de diversos países, principalmente anglosajones y otros como China (Acevedo-Díaz, 2008; Lederman & Lederman, 2014). Incluso en el Programa PISA se ha incorporado la NdC² como centro del proceso educativo para el desarrollo de la denominada alfabetización científica (Bennàssar, García-Carmona, Vázquez, & Manassero, 2007).

² En el Programa PISA se hace una adición al término y se le denomina como Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NDCyT).

A pesar de su relevancia actual, diversos autores señalan que no existe un acuerdo único en la investigación con respecto al significado de la NdC (Alters, 1997a, b; Hipkins, Barker y Bolstad, 2005; Scharmann y Smith, 2001 en Acevedo-Díaz, 2008; Irzik y Nola, 2011 en Lederman y Lederman, 2014). Esto se podría deber principalmente a que existen dos posturas en la investigación con respecto a lo que aborda la NdC.

La NdC es entonces un término con diversas facetas, que aborda una gran variedad de asuntos relacionados con la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia (McComas, Clough, y Almazroa, 1998; Vázquez et al., 2001 en Acevedo-Díaz, 2008). Se señala entonces a éste como: “un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas por los especialistas en las disciplinas indicadas, así como por algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias” (Acevedo et al. 2007a; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004 en Acevedo-Díaz, 2008, p. 135).

En la primera postura, retomada por diversos autores de didáctica de las ciencias, la NdC hace referencia especialmente a la epistemología de la ciencia, sobre todo a los valores y supuestos inherentes al conocimiento científico derivado de la investigación científica (Bartholomew, Osborne y Ratcliffe, 2004; Fernández et al., 2002; Leach, Hind y Ryder, 2003; Lederman, 1992, 2006; Osborne et al., 2003; Sandoval, 2005; Sandoval y Morrison, 2003; Sandoval y Reiser, 2004; Smith y Scharmann, 1999; Tsai y Liu, 2005 en Acevedo-Díaz, 2008). Por otro lado, para los autores de la segunda postura, la noción de la NdC incluye también cuestiones epistemológicas, pero en conjunto con cuestiones sociológicas y psicológicas (Acevedo et al., 2007a,b; Aikenhead, 2003; Allchin, 2004; Ogunniyi, 2007; Spector, Strong y Laporta, 1998; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004; Vázquez et al., 2007a,b en Acevedo-Díaz, 2008), entre las cuales abarca:

“... qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que emplea para validar y difundir este conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, las características de la comunidad científica, los vínculos con la tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y, viceversa, las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad.” (Acevedo-Díaz, 2008, p. 135)

Desde la primera postura, donde se reduce el término de NdC a la epistemología de la ciencia, Lederman, una de las principales autoridades en el campo (Acevedo-Díaz, 2008), señala que si bien no existe un consenso en el término, este desacuerdo es irrelevante para los objetivos de la enseñanza de alumnos en K-12, cuyo equivalente en México corresponde a primaria, secundaria y nivel medio superior. Pues indica que existe un nivel aceptable de generalidad con respecto a la NdC accesible para los estudiantes de este nivel y relevante en su contexto (Lederman & Lederman, 2014).

A partir de este señalamiento, el autor establece un listado de diversas características del conocimiento científico y de la ciencia, que suponen un consenso en torno a lo que se considera adecuado que aprendan los estudiantes sobre NdC (tabla 1). Estas características constituyen la base del cuestionario *Views on the Nature of Science* (VNOS), desarrollado por el mismo autor.

Tabla 1. Características básicas de la NdC que deberían aprender los estudiantes.

Características básicas de la naturaleza de la ciencia
El conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, sino que está sujeto a cambios con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes. Las demás características de la NdC apoyan la provisionalidad del conocimiento científico.
El conocimiento científico es empírico; esto es, se basa o deriva de observaciones del mundo natural.
La ciencia se basa en la observación y la inferencia o deducción. Las observaciones se recogen mediante los sentidos humanos y sus extensiones. Las inferencias son

interpretaciones de esas observaciones. Los puntos de vista actuales de la ciencia y de los científicos guían las observaciones y las inferencias. Distintas perspectivas contribuyen a múltiples interpretaciones válidas de las observaciones.

El conocimiento científico proviene de la imaginación y la creatividad humanas, al menos parcialmente. El conocimiento científico se genera mediante la imaginación humana y el razonamiento lógico. Esta creación se basa en observaciones del mundo natural y en las inferencias que se hacen de él.

Como empresa humana, la ciencia se practica en un amplio contexto cultural, y los científicos son un producto de esa cultura. De aquí se deduce que la ciencia está influida por diversos elementos y ámbitos de la sociedad y la cultura donde se inserta y desarrolla. Los valores de la cultura determinan hacia dónde se dirige la ciencia, cómo lo hace, se interpreta, se acepta y se utiliza. Asimismo, la ciencia influye en la sociedad y en la cultura en la que está inserta.

El conocimiento científico es subjetivo y nunca puede ser totalmente objetivo. La ciencia está influida y guiada por las teorías científicas y las leyes aceptadas. La formulación de preguntas, las investigaciones y las interpretaciones de los datos se filtran a través de la teoría vigente. Esta es una subjetividad inevitable, pero le permite a la ciencia progresar y permanecer consistente. El examen de las pruebas anteriores desde la perspectiva del nuevo conocimiento también contribuye al cambio en la ciencia. Además, hay una subjetividad personal que también es inevitable. Los valores personales, las prioridades y experiencias anteriores dictan cómo y hacia dónde los científicos dirigen su trabajo.

Leyes y teorías científicas están relacionadas, pero son diferentes. Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento científico. Las leyes describen las relaciones, observadas o percibidas, en los fenómenos de la naturaleza. Las teorías son explicaciones inferidas de los fenómenos naturales y los mecanismos de las relaciones entre estos. Las hipótesis científicas pueden conducir a teorías o a leyes mediante la acumulación de apoyo sustancial con pruebas y la aceptación de la comunidad científica. Las teorías y las leyes no se convierten unas en otras, en un sentido jerárquico, porque ambas son tipos de conocimiento explícita y funcionalmente diferentes.

Extraído de: Lederman, Abd-el-Khalick, Bell y Schwartz (2002) en (Bennàssar, García-Carmona, Vázquez, & Manassero, 2007).

El listado de estos aspectos no es completo, pues otros investigadores añaden o quitan algunos. Además se resalta que, a pesar de haber un consenso sobre dichas características, no existe una lista definitiva de los aspectos de la NdC, pues más que nada se busca brindar un marco de referencia que ayude a delinea la naturaleza de la ciencia. (Lederman & Lederman, 2014).

Otra aclaración importante que debe realizarse es la de la relación entre la NdC y los procedimientos de la investigación científica, pues suelen ser enmarcados dentro del mismo concepto (Lederman & Lederman, 2014). Los procedimientos científicos son destrezas (saber hacer) referidas a las relacionadas con la aplicación de la metodología científica, y empleadas en la investigación científica de manera articulada y cíclica (NRC, 1996, 2000 en Bennàssar et al, 2007). Estos podrían considerarse dentro de las estructuras sintácticas del conocimiento del contenido. Por otro lado, la NdC es considerada como una “meta-reflexión” del estatus epistemológico, sociológico y psicológico de dichas actividades y procedimientos de la ciencia (Driver, 1996 en Bennàssar et al, 2007).

Aunque existen distintas versiones sobre NdC, se resalta el acuerdo actual existente entre los expertos en didáctica de las ciencias y la comunidad internacional de científicos sobre aspectos de la NdC útiles para la enseñanza de las ciencias. No obstante, el debate continúa en torno al nivel de alcance de la misma: si debe limitarse a la epistemología de la ciencia en la educación científica o si debe ampliarse con aspectos esenciales de la sociología interna y externa de la ciencia (Acevedo-Díaz, 2008).

III. Marco contextual

El actual Plan de Estudios para la Formación Inicial de Profesores de Educación Primaria, comenzó a aplicarse en escuelas normales desde 2012 a partir de la Reforma Integral de la Educación Normal, con el objetivo de brindar una formación acorde con la Reforma Integral de Educación Básica que fue implementada en años anteriores.

El Plan de Estudios cuenta con un perfil de Egreso expresado a través de dos tipos de competencias: las competencias genéricas y las profesionales. Las competencias genéricas señalan aspectos comunes que debe demostrar todo egresado de una institución de nivel superior por lo que son afines a las de otras licenciaturas.

Las competencias profesionales, por otro lado, son específicas para los futuros docentes y señalan los aspectos necesarios para ejercer su profesión y desarrollar prácticas en escenarios reales (SEP, 2012). Tanto las competencias genéricas como las profesionales cuentan a su vez con sub-competencias. Estas últimas se presentan en cada uno de los cursos que conforman la malla curricular, y su desarrollo en conjunto lleva al logro del perfil de egreso.

3.1. Organización de la malla curricular

Las competencias que conforman el perfil de egreso se encuentran distribuidas en la malla curricular, la cual está organizada para ocho semestres, y cuenta con cincuenta y cinco cursos distribuidos en cinco trayectos formativos:

- *Trayecto psicopedagógico:* Contiene cursos centrados en el análisis del quehacer docente desde las diferentes corrientes del pensamiento pedagógico, psicológico, filosófico y social, que le permiten comprender de manera global el fenómeno educativo.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- *Trayecto de preparación para la enseñanza y el aprendizaje:* En este trayecto se abordan los saberes de las principales áreas de conocimiento que se abordan en educación básica. Se pretende que los estudiantes logren un dominio conceptual e instrumental de las disciplinas, y con base en éste, se propongan estrategias para el tratamiento didáctico específico de cada una.
 - *Trayecto de práctica profesional:* En el trayecto de práctica profesional los estudiantes tienen contacto directo con la escuela primaria y el aula de clases a través de la práctica. Los cursos dentro de este espacio tienen un carácter integrador pues recuperan los otros trayectos formativos vinculando los saberes que han adquirido en cada uno de los semestres para aplicarlos en la práctica.
 - *Trayecto de lengua adicional y tecnologías de la información y la comunicación*
 - *Trayecto de cursos optativos:* Consta de cursos que atiendan las necesidades específicas de los docentes, ya sea de un área disciplinar, un requerimiento del contexto o algún tema de relevancia social.

3.1.1. Cursos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

En el Plan de Estudios se abordan dos cursos para el tratamiento específico, dominio conceptual, instrumental y didáctico de las ciencias: *Acercamiento a las ciencias naturales en la primaria* (SEP, 2013b) y *Ciencias Naturales* (SEP, 2013a). Éstos se abordan en 2° y 3° semestre respectivamente, y forman parte del Trayecto de preparación para la enseñanza y el aprendizaje.

Los cursos que conforman este trayecto tienen una estructura similar: están centrados en que inicialmente los futuros docentes logren un dominio conceptual e

instrumental de las disciplinas, y con base en éste, posteriormente propongan estrategias para el tratamiento didáctico de cada una.

Los dos cursos destinados a la preparación para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales comparten varios aspectos curriculares. Entre éstos, las competencias profesionales del perfil de egreso a las que contribuyen:

- Diseña planeaciones didácticas, aplicando sus conocimientos pedagógicos y disciplinares para responder a las necesidades del contexto en el marco del plan y programas de estudio de la educación básica.
- Genera ambientes formativos para propiciar la autonomía y promover el desarrollo de las competencias en los alumnos de educación básica.
- Emplea la evaluación para intervenir en los diferentes ámbitos y momentos de la tarea educativa.
- Propicia y regula espacios de aprendizaje incluyentes para todos los alumnos, con el fin de promover la convivencia, el respeto y la aceptación.
- Utiliza recursos de la investigación educativa para enriquecer la práctica docente, expresando su interés por la ciencia y la propia investigación.
- Usa las TIC como herramienta de enseñanza y aprendizaje³. (SEP, 2013a, p. 7)

Además de las anteriores los cursos cuentan también con competencias específicas a desarrollar:

- Desarrolla habilidades cognitivas propias de la competencia científica para acercarse a los conocimientos científicos bajo criterios establecidos.

³ Esta última competencia se desarrolla únicamente a través del curso *Ciencias Naturales*.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Describe a la ciencia como una construcción social que evoluciona continuamente debido a la participación de científicos y ciudadanos en general.
 - Valora las contribuciones de la ciencia para resolver problemas relacionados con la sociedad y el individuo.
 - Organiza los fenómenos y los procesos naturales desde la perspectiva científica para tomar decisiones favorables respecto al cuidado del medio ambiente y de su salud. (SEP, 2013a, p. 7)

Ambos cursos tienen como orientación principal el desarrollo de la competencia científica. En el programa ésta se define como:

...la capacidad de un individuo que tiene conocimiento científico y lo utiliza para identificar temas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y obtener conclusiones basándose en evidencias acerca de problemas relacionados con la ciencia, con el fin de comprender y tomar decisiones relativas al mundo natural y a los cambios producidos por la actividad humana. (SEP 2013a, p. 5)

A partir de la competencia científica se busca que el estudiante movilice saberes: el saber de y sobre la ciencia, el saber hacer ciencia y el saber ser en diferentes contextos y escenarios. Con el desarrollo de los saberes se espera entonces que los estudiantes construyan nociones propias del conocimiento científico: qué es, cómo se construye, cómo se adquiere y valida; y otras referentes a la didáctica de éste: cómo se enseña y aprende el conocimiento científico (SEP, 2013a).

Los contenidos de ciencia que se abordan son distintos en cada curso: el de *Acercamiento a las ciencias naturales en la primaria* se enfoca en el aprendizaje de los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

temas de primero, segundo y tercer grado de primaria, mientras que el de *Ciencias Naturales* se centra en el aprendizaje de los temas de cuarto, quinto y sexto grado. Así mismo, existen diferencias en las estrategias didácticas que se abordan para el aprendizaje de los contenidos: en ambos se promueve el uso de aprendizaje mediante el desarrollo de investigaciones y el desarrollo de proyectos. Sin embargo, en *Acercamiento a las ciencias naturales en la primaria* se incluye también el aprendizaje basado en problemas y el análisis de casos, mientras que en *Ciencias Naturales* se agrega la construcción de propuestas didácticas, con énfasis en el uso de herramientas para la socialización y representación.

Además de las estrategias didácticas, el diseño de los cursos tiene un enfoque distinto. En *Acercamiento a las ciencias naturales*, bajo la premisa de aprender ciencia haciendo ciencia, se busca que el estudiante reconozca la importancia tanto del conocimiento científico como de la forma en que éste se ha construido: sus relaciones dialécticas con otros conceptos y teorías, características históricas, económicas y de poder y sus retrocesos y avances y los problemas que los generaron.

Por otro lado, en el curso de *Ciencias naturales*, se pretende que los estudiantes desarrollen una concepción de la ciencia como una actividad humana, cuyas evidencias empíricas han permitido al ser humano explicar el mundo a través de leyes, modelos y teorías. En éste se abordan temas relevantes referentes al cuidado del medio ambiente, las interacciones de los materiales y sus transformaciones útiles para la sociedad.

El enfoque de cada uno de los cursos influye también en el diseño de éstos y la forma en que se abordan los contenidos (Tabla 2): en el curso de *Acercamiento a las ciencias naturales* se abordan los contenidos de ciencia a partir de estrategias didácticas específicas, que a su vez son también aspectos que se pretende que los estudiantes

desarrollen, por lo que su énfasis principal es la adquisición de dichas estrategias. En otro sentido, en el curso de *Ciencias naturales* se aprecia un énfasis mayor en el aprendizaje de los tres temas relevantes que se señalaron anteriormente.

Tabla 2. Estructura de los cursos de preparación para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales

Unidad	Acercamiento a las ciencias naturales	Ciencias naturales
Unidad de aprendizaje I	El estudio de los fenómenos naturales mediante el análisis de casos	Ecología y biodiversidad
Unidad de aprendizaje II	El estudio de los fenómenos naturales mediante una investigación guiada	La materia y sus interacciones
Unidad de aprendizaje III	La enseñanza de la ciencia mediante proyectos de investigación	La materia y sus transformaciones
Unidad de aprendizaje IV	Diseño y evaluación de actividades de investigación en la escuela	

Fuente: SEP, 2013a; 2013b

En los dos cursos del Plan de Estudios para la Formación de Maestros de Educación Primaria se identifica como propósito el desarrollo de la competencia científica. Para esto se busca el aprendizaje tanto de los contenidos como de las estrategias a partir de los cuales se enseñan éstos. En estos dos aspectos existen diferencias, puesto que en el caso de los contenidos hay variaciones con respecto a los grados de primaria que se abordan, mientras que en el caso de la didáctica se sugieren actividades distintas. Por tal motivo se podría señalar que ambos cursos son complementarios para un acercamiento íntegro a la enseñanza de las ciencias naturales.

Ambos cursos cuentan con una metodología similar, pues se abordan los contenidos de ciencias a partir de las estrategias que se pueden utilizar para su aprendizaje en primaria. Sin embargo, se observa un mayor énfasis en el desarrollo de aspectos didácticos en el

curso de *Acercamiento de las ciencias naturales*. Si bien se están considerando varios aspectos, a partir del análisis de ambos cursos se observa una predominancia central en el dominio de contenido más que en el aspecto didáctico, la cual es significativamente mayor en el curso de *Ciencias naturales*. Esto se observa en los contenidos abordados donde se abordan principalmente contenidos de ciencia y no estrategias para su enseñanza.

3.1.2. Trayecto de práctica profesional

En el trayecto de práctica profesional los estudiantes tienen contacto directo con la escuela primaria y el aula de clases a través de la práctica, entendida en el plan como “el conjunto de acciones, estrategias e intenciones que un sujeto pone en juego para intervenir y transformar su realidad” (SEP, 2012a, pág. 7). Las prácticas tienen un papel principal dentro del plan de formación inicial pues son los “espacios de articulación, reflexión, análisis, investigación, intervención e innovación de la docencia” (p. 16). A partir del trayecto se pretenden tres finalidades formativas:

- Profundizar en la comprensión de situaciones y problemas educativos en contextos específicos.
- Analizar, elaborar, organizar y conducir situaciones de enseñanza para el nivel de educación primaria.
- Favorecer la comprensión de las características, significado y función social del maestro. (SEP, 2012, p. 16)

Los cursos dentro de este espacio tienen un carácter integrador pues recuperan los otros trayectos formativos vinculando los saberes que han adquirido en cada uno de los semestres para aplicarlos en la práctica. La organización de los cursos dentro del trayecto está diseñada con la intención de que el estudiante, en un primer momento, conozca y

comprenda de manera general el ámbito educativo y escolar, y posteriormente se le conduzca a intervenir tanto en el aula como en la institución escolar (SEP, 2012).

A partir de la gradualidad en los contenidos, en los semestres se abordan distintos elementos de la educación. El primer y segundo semestres tienen como finalidad que los estudiantes observen y analicen de manera general las prácticas educativas y escolares. En estos se pretende que identifiquen las diferentes dimensiones sociales, culturales, económicas, entre otras, que se articulan con la educación, la comunidad, la escuela y los sujetos que forman parte de ella. (SEP, 2012a) En el tercer y cuarto semestres los estudiantes forman parte ya del proceso educativo, primero a través de la ayudantía en el aula de clase y conduciendo contenidos curriculares, y después como responsables del diseño e implementación de estrategias en el aula a partir de la práctica docente, entendida como:

“un conjunto de acciones complejas en las que se articulan de manera armónica, y a la vez contradictoria, las intenciones educativas que devienen tanto de los principios y fundamentos de los enfoques del plan y programas de estudio, las finalidades de la escolarización, así como de las necesidades, expectativas e intereses de los diferentes actores.” (SEP, 2013c, pág. 8)

Uno de los aspectos centrales de estos cursos es el acercamiento a los enfoques y orientaciones para la enseñanza-aprendizaje propuestos en los programas vigentes de cada una de las asignaturas, así como la participación directa de los estudiantes en las actividades que se desarrollan en el aula (SEP, 2013c). En quinto y sexto semestres se sigue trabajando con los enfoques del plan y programas de estudio, pero se incorporan elementos para la innovación y el desarrollo de proyectos educativos (SEP, 2013d).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

En los últimos dos semestres de la formación inicial se desarrollan los espacios curriculares de *Práctica profesional*. En estos cursos los estudiantes desarrollan el trabajo docente durante periodos más extensos, por lo que se consideran espacios donde se consolidan los aprendizajes de los semestres anteriores (SEP, 2012a). A partir de ésta articulación se pretende una permanente reflexión, análisis y mejora de la práctica a partir de procesos reflexivos y de crítica, en conjunto con actividades de diálogo, debate y análisis conjunto. (SEP, 2013e)

En el trayecto de *Práctica profesional* se busca que el estudiante analice su práctica, y reflexione y argumente sobre ésta tanto en lo individual como en conjunto, a partir de la información obtenida de diversas técnicas y en la confrontación con la teoría.

3.2. Aportaciones del plan de estudios al desarrollo de los aspectos para la enseñanza de la ciencia.

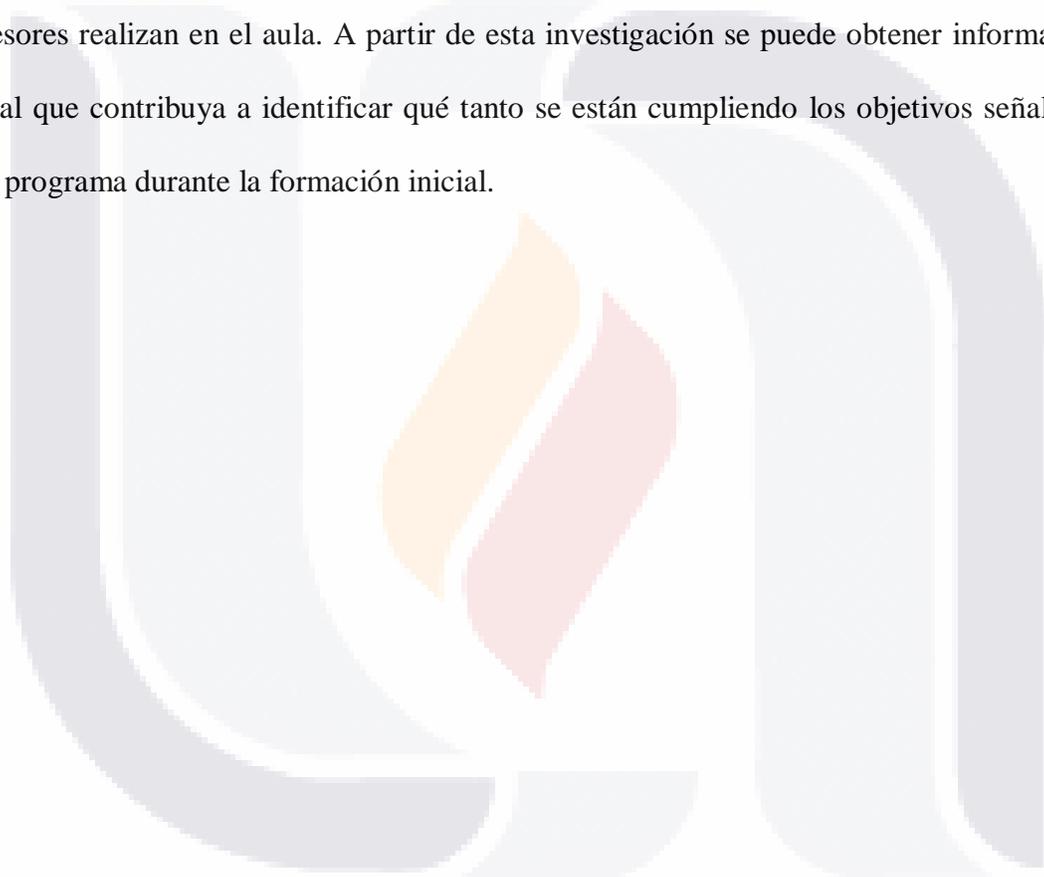
En el plan de estudios no se hace mención explícita de los aspectos señalados dentro de este proyecto. No obstante, a partir de un análisis de las competencias a desarrollar en los dos cursos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se identifica que en cada una de éstas se pretende desarrollar alguno de los tres aspectos de este proyecto de investigación (tabla 3) aunque no se mencione de forma explícita.

Tabla 3. Relación entre las competencias específicas de cursos de ciencia y los aspectos a evaluar en el proyecto

Competencia específica a desarrollar	Aspecto del proyecto de investigación que concuerda
Desarrolla habilidades cognitivas propias de la competencia científica para acercarse a los conocimientos científicos bajo criterios establecidos.	Conocimiento del contenido (Estructuras sintácticas)
Describe a la ciencia como una construcción social que evoluciona continuamente debido a la participación de científicos y ciudadanos en general.	Concepciones sobre naturaleza de la ciencia (aspectos epistemológicos y sociológicos)
Valora las contribuciones de la ciencia para resolver problemas relacionados con la sociedad y el individuo.	Actitudes hacia la ciencia (Actitudes personales)
Organiza los fenómenos y los procesos naturales desde la perspectiva científica para tomar decisiones favorables respecto al cuidado del medio ambiente y de su salud.	Conocimiento del contenido (Estructuras sustantivas)

Si bien la investigación señala que la práctica docente contribuye principalmente al desarrollo de los aspectos de conocimiento del contenido y actitudes hacia la ciencia, en el trayecto de práctica profesional, que conforma los cursos donde los estudiantes se acercan al aula, no se hace mención siquiera implícita de que se pretenda desarrollar dichos aspectos. Por lo que pueden desarrollarse aun así, pero no porque se pretenda hacerlo dentro de estos cursos. Éste trayecto se encuentra más enfocado al desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido, pues se centra en el análisis de los enfoques de las asignaturas para su enseñanza, así como la reflexión sobre la práctica para mejorar sus estrategias de enseñanza.

Es importante señalar que, al no presentarse de manera explícita, en el Plan de estudios no se presentan tampoco orientaciones específicas para abordar estos aspectos, por lo que no porque se encuentren presentes se van a desarrollar durante la formación inicial. Además, Candela, Carvajal, Sánchez y Alvarado (2012) señalan que suele haber distinciones entre el currículo oficial y el que opera en la práctica. Ya que lo que se encuentra establecido dentro de los programas no siempre concuerda con lo que los profesores realizan en el aula. A partir de esta investigación se puede obtener información parcial que contribuya a identificar qué tanto se están cumpliendo los objetivos señalados en el programa durante la formación inicial.



IV. Marco metodológico

4.1. Tipo de estudio

Se llevó a cabo un estudio extensivo a partir del uso de instrumentos estructurados con la intención de obtener información de una muestra amplia de sujetos. Por este motivo el estudio tiene un alcance exploratorio ya que pretende describir de manera general situación de los estudiantes en los tres aspectos analizados, identificar sus cambios a lo largo de un año y establecer comparaciones entre estudiantes de diversos semestres.

No se pretende establecer relaciones de causalidad entre los resultados de los estudiantes y su formación docente, ya que no se cuentan con evidencias suficientes para realizarlas. No obstante, la información obtenida puede utilizarse de referente para estudios intensivos que se realicen con mayor profundidad y analicen estas relaciones.

4.2. Selección de participantes

La muestra está conformada por tres grupos de la Licenciatura en Educación Primaria de una institución formadora de docente del estado de Aguascalientes. Los instrumentos se aplicaron en dos momentos: al inicio y término del año 2016. Por tal motivo los estudiantes estaban cursando semestres distintos en cada aplicación. Se seleccionaron grupos de tres generaciones para tener información de la mayoría de los semestres de la formación inicial, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 4. Organización de la muestra

Grupo	Semestres que cursó durante proyecto	N
1	2° 3°	28
2	4° 5°	24
3	6° 7°	32

4.3. Técnicas de obtención de información

La selección de los instrumentos utilizados en el estudio se llevó a cabo a partir de una revisión previa realizada dentro de la línea de investigación (Martínez, 2015). Se buscaron instrumentos que contaran con evidencias fuertes de validez y confiabilidad por parte de los autores o de instituciones con reconocimiento nacional e internacional. Una vez seleccionados los instrumentos, a partir de la teoría, se definió el subcomponente que se evalúa a partir de cada instrumento (tabla 5).

Tabla 5 Caracterización de instrumentos utilizados

Aspecto a evaluar	Subcomponente que evalúa	Instrumento utilizado	Forma de presentación	Tipo de reactivos
Conocimiento del contenido	Contenido	Reactivos de los Exámenes para la Calidad y el Logro Educativos	EXCALE	Opción múltiple
		Reactivos liberados de prueba PISA 2006	PISA	Opción múltiple y abiertas
		Instrumento del proyecto “ <i>Assessing Teacher Learning About Science Teaching</i> ”	ATLAST	Opción múltiple
Actitudes hacia la ciencia	Actitudes hacia la enseñanza de la ciencia (profesionales)	Instrumento de “ <i>Dimensions of Attitude Toward Science</i> ”	DAS	Escala Likert
	Actitudes hacia la ciencia (personales)	Escalas del cuestionario de estudiantes de PISA 2006	Actitudes PISA	Escala Likert
Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia	Sociología de la ciencia Epistemología de la ciencia	Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad	COCTS	Escala Likert

Inicialmente, el instrumento ATLAST se utilizó con la intención de obtener información sobre el conocimiento pedagógico del contenido. No obstante, posteriormente se identificó que el instrumento no cumplía con las condiciones para medir dicho aspecto,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pues los autores señalaban que éste brindaba únicamente información sobre el conocimiento del contenido del docente (Horizon Research, Inc., 2011). Esto llevó a que el número de aspectos a evaluar en el proyecto se redujera a los tres señalados en el objeto de estudio.

A continuación se presenta una descripción de las características de los instrumentos utilizados en el estudio, así como la estructura de las pruebas aplicadas en la investigación, debido a que se hicieron adaptaciones en algunos instrumentos⁴. Así mismo se señalan las consideraciones metodológicas que deben tenerse en cada uno al momento de interpretar los resultados.

4.3.1. Instrumentos de conocimiento del contenido

Descripción de prueba Excale.

Los Excale son pruebas aplicadas por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación a muestras representativas de estudiantes a nivel nacional y estatal con el propósito de evaluar la calidad del Sistema Educativo Nacional (SEN) (INEE, 2005) a partir de “conocer lo que los estudiantes en su conjunto aprenden del currículo nacional a lo largo de su educación básica” (INEE, 2013, pág. 7).

Para este proyecto de investigación se utilizaron algunos reactivos de la prueba aplicada en 2009 a los estudiantes de 6° grado de primaria. En esta prueba se usó como referente el Plan y programas de estudio. Educación Básica. Primaria, de 1993, dado que la generación que se evaluó se formó con estos planes y programas. En los Excale aplicados en 2009 a los estudiantes de 6° grado se evaluaron 72 contenidos sobre ciencias naturales, que se agruparon en tres grandes conjuntos de habilidades y conocimientos para facilitar su

⁴ Se buscó sintetizar en lo posible la descripción de cada instrumento. El análisis más detallado puede solicitarse al autor del proyecto en caso de querer conocer más al respecto

análisis y tratamiento. La dificultad de los contenidos es distinta, con una escala que va de los 200 a los 800 puntos. De los 72 contenidos evaluados, para este proyecto de investigación se seleccionaron 20, los cuales se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Estructura de la prueba EXCALE

Grupo de conocimientos y habilidades	Total reactivos
Conjunto 1. Conocimiento, cuidado y conservación de los seres vivos y el medio natural	6
Conjunto 2. Funcionamiento del cuerpo humano, sexualidad, equidad de género y prevención de enfermedades, accidentes y adicciones	8
Conjunto 3. Transformaciones de materia y energía y aplicaciones de ciencia y tecnología en la vida cotidiana	6
TOTAL	20

Consideraciones metodológicas

- *La prueba no mide el conocimiento del currículo del Plan de Estudios actual:* La prueba EXCALE de 2009 se diseñó a partir de los contenidos del currículo del Plan de Estudios de Educación Primaria de 1993, que es con el que se formaron los estudiantes de formación inicial cuando estuvieron en básica. Hay que considerar entonces que, si bien se formaron con el Plan de 1993, el programa de formación inicial docente que están cursando está adaptado al Plan de Estudios de Básica 2011, y los contenidos que abordan en su práctica docente son también de este nuevo plan.
- *La prueba no da información sobre el dominio general del currículo de ciencias, sino de contenidos específicos:* En este proyecto, dado que solamente se utilizaron algunos reactivos, únicamente se tiene información de los contenidos seleccionados, por lo que no se podría considerar como información general sobre el conocimiento del contenido del currículo, sino de estos contenidos específicos.

- *Los comparativos entre conjuntos de contenidos están limitados por el nivel de dificultad de las preguntas:* Los reactivos de Excale que se seleccionaron para el proyecto varían en su nivel de dificultad entre conjuntos de contenidos, además de la cantidad de ítems que no es igual para cada conjunto. En el comparativo que se hizo entre conjuntos de contenidos existe la consideración de que ambos aspectos pudieron haber influido en las diferencias encontradas por conjunto.

Descripción de la prueba PISA.

El Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (Programme for International Student Assessment, PISA), es un estudio comparativo y periódico, promovido y organizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en el que participan los miembros de esta organización así como externos que lo deseen. Su objetivo principal es:

“evaluar en qué medida los estudiantes de 15 años han adquirido conocimientos y habilidades esenciales para participar plenamente en la sociedad, y hasta qué punto son capaces de extrapolar lo aprendido para aplicarlo a situaciones novedosas, tanto del ámbito escolar como extraescolar.” (INEE, 2007, p. 15)

Este enfoque ha sido denominado en PISA como literacy (competencia o actitud), cuya traducción ha variado en cada país. El concepto de competencia científica tiene cuatro dimensiones: el contenido, los procesos, la situación y las actitudes. La dimensión de *contenido* se refiere al tipo de conocimiento científico evaluado, el cual se organiza en dos tipos de contenido:

- **Conocimiento de la ciencia (conocimiento del mundo natural):** Aborda los conocimientos necesarios para comprender el mundo natural, a través de las

distintas disciplinas (sistemas físicos, sistemas vivos, sistemas de la tierra y el espacio y sistemas tecnológicos).

- Conocimiento sobre la ciencia: Éste se caracteriza por la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Hace referencia al conocimiento de los medios (investigación científica) y las metas (explicaciones científicas) de la ciencia:

Los *procesos* están organizados en tres tipos de competencias: identificar temas científicos, explicar científicamente fenómenos y usar evidencia científica.

En cada aplicación se liberan algunos de los reactivos aplicados, los cuales pueden ser utilizados de manera general. Los reactivos aplicados en este proyecto (tabla 7) se tomaron de los liberados de ciencias en la aplicación de 2006. Se eliminaron los de respuesta construida por la capacitación que requiere su evaluación. Cada pregunta pretende medir un aspecto asociado a uno de los tres tipos de procesos.

Tabla 7. Estructura de la prueba PISA (por tipo de contenido)

Clasificación	Número de reactivos
Conocimiento de la ciencia	8
Conocimiento sobre la ciencia	6
Total	14

Consideraciones metodológicas

- *Los resultados no permiten obtener el nivel de desarrollo de la competencia científica, que es lo que evalúa originalmente la prueba PISA:* La prueba tiene como objetivo identificar el nivel de desempeño de la competencia científica en que se encuentran los alumnos. Para esto la evalúa en sus diversas dimensiones: procesos, contenidos, contextos y actitudes. Para la prueba utilizada en este proyecto únicamente se utilizaron reactivos liberados que no abarcan todos los

componentes de cada dimensión. Por lo que únicamente se está obteniendo un porcentaje de aciertos de los contenidos evaluados y no el nivel de desempeño en que se encuentre de la competencia científica.

- *Al no evaluarse la competencia científica, los resultados generales y por sub-competencia no se presentan a partir de niveles de desempeño como se hace con los resultados oficiales de PISA:* En PISA los resultados generales y por sub-competencia se presentan a partir de niveles de desempeño (entre 5 o 6 niveles) en los que se describen las características de los estudiantes de cada nivel. Al no evaluar todos los aspectos de la competencia y no considerar reactivos de diversos niveles de dificultad, en este proyecto los resultados únicamente se presentan a partir del porcentaje promedio de aciertos general, por sub-competencia y por contenido. Estos últimos son los únicos que concuerdan con los resultados oficiales ya que en PISA los contenidos también se presentan a partir del porcentaje promedio de aciertos (media de desempeño).
- *La prueba no da información general de cada una de las sub-competencias y contenidos, sino de únicamente los que se seleccionaron específicamente para el proyecto:* En este proyecto únicamente se seleccionaron algunos de los reactivos liberados, por lo que no se podría considerar como resultado general de cada sub-competencia y contenido, sino únicamente de los elementos seleccionados.
- *Solamente se utilizaron reactivos que no superan el nivel 4 de dificultad:* Al medir competencias más complejas que la simple adquisición de conocimiento, la prueba PISA utiliza diversos tipos de reactivos, siendo los de opción múltiple los que evalúan contenidos de menor complejidad. No obstante, para este proyecto

únicamente se seleccionaron este tipo de reactivos ya que la evaluación de los otros (respuesta abierta construida, respuesta corta, etc.) implican de capacitación especial.

Descripción de Prueba ATLAST.

El proyecto ATLAST (Assessing Teacher Learning About Science Teaching) surgió con el objetivo de “desarrollar un instrumento que los investigadores pudieran usar para estudiar la teoría de la acción que subyace en gran medida en el desarrollo profesional de los profesores de ciencias” (Horizon Research, Inc., 2011, pág. 1). La prueba de flujo de materia y energía se elaboró a partir de una idea central sobre el contenido evaluado:

Los alimentos proveen moléculas que sirven tanto como combustible como material de construcción para todos los organismos. Las plantas utilizan la energía en la luz para producir azúcares del dióxido de carbono y el agua. Esta comida (azúcares) puede ser utilizada inmediatamente como combustible o material, o puede ser almacenada para uso posterior. Los organismos que comen plantas descomponen las estructuras de éstas para producir los materiales y energía que necesitan para sobrevivir. Después, éstos son consumidos por otros organismos. (cfr. American Association for the Advancement of Science/Project 2061, 1993, en Horizon Research, Inc., 2011, p. 4)

Para su evaluación, esta idea central fue desarticulada en 11 sub-ideas que fueron revisadas por cuatro biólogos/educadores de biología. Una vez corregidas se diseñaron varios reactivos para evaluar cada una de las sub-ideas. De los reactivos que forman la

prueba, solamente fueron liberados los correspondientes a 7 de las 11 sub-ideas que lo conforman (tabla 8).

Además de establecer el dominio de contenido de ciencia a abordar en la prueba, se especificaron los tipos aspectos del conocimiento pedagógico del contenido que se evaluarían. No obstante, a partir de la documentación de investigaciones y la revisión por parte de los mismos profesores, los autores señalaron que no se estaban evaluando realmente estos tipos de conocimiento. Por lo que establecieron que la prueba únicamente evaluaba el conocimiento del contenido. (cfr. Horizon Research, Inc., 2011, p. 6 y 7)

Finalmente, se diseñaron ítems de tres niveles de conocimiento del contenido:

1. Conocimiento del contenido de ciencias (Ítems de nivel 1): Las preguntas de este nivel son las más básicas pues se aísla únicamente el contenido disciplinar de la habilidad del docente para aplicar éste para tomar decisiones en la enseñanza.
2. Uso del conocimiento del contenido para hacer un análisis/diagnóstico del pensamiento del estudiante (Ítems de nivel 2).
3. Uso del conocimiento del contenido para tomar decisiones sobre la enseñanza (ítems de nivel 3).

Para este proyecto de investigación se seleccionaron únicamente reactivos de los niveles 2 y 3. A partir de esto se redujo la prueba de 29 a 22 reactivos de opción múltiple.

Tabla 8. Estructura de la prueba ATLAST

DISTRIBUCIÓN POR SUB-IDEA	
Sub-idea	Número de reactivos
A. Los alimentos sirve tanto como combustible (fuente de energía) como material de reconstrucción para un organismo. Las azúcares son un ejemplo de alimento para plantas y animales, sin embargo el agua, el dióxido de carbono y el oxígeno no lo son.	3
B. Utilizando la energía luminosa las plantas pueden producir su propio alimento (en forma de azúcares) del dióxido de carbono (en el aire) y el agua. No se requiere nada más para este proceso. El oxígeno es liberado como resultado.	4

C. Las plantas transforman la energía luminosa en energía química en los azúcares producidos por éstas.	6
E: Los organismos (incluidos plantas y animales) crecen a partir de la descomposición de alimentos (incluidos los azúcares producidos por las plantas y los ingeridos por los animales) en sustancias más simples las cuales re ensamblan en otras sustancias que se vuelven parte de nuevas estructuras del cuerpo nuevas o sustitutas.	3
F: Los organismos (incluidos plantas y animales) descomponen los alimentos ricos en energía (como los azúcares), utilizando oxígeno, en sustancias más simples con menos energía (como el dióxido de carbono y el agua), liberando energía en el proceso. Este proceso no requiere de luz. Alguna de esta energía de los alimentos es utilizada para el crecimiento y otras funciones del cuerpo, y alguna es liberada como calor.	1
G: Si no se utilizada inmediatamente como combustible o material de reconstrucción, el alimento puede ser almacenado por las plantas y animales para uso posterior. En los animales, a diferencia de las plantas, el alimento puede también ser eliminado del cuerpo como desperdicio.	3
J: Alguna energía es perdida en el sistema como calor entre cada nivel trófico, por lo que solo una porción de la energía pasa de un nivel trófico al siguiente. Esta continua pérdida de energía en el sistema en forma de calor supone que se requiere una fuerte de energía externa (usualmente el sol) para mantener el flujo de energía en los ecosistemas.	2

DISTRIBUCIÓN POR NIVEL DE EVALUACIÓN

Nivel de evaluación	Número de reactivos
Nivel 2. Uso del conocimiento del contenido para hacer un análisis/diagnóstico del pensamiento del estudiante	15
Nivel 3. Uso del conocimiento del contenido para tomar decisiones sobre la enseñanza	7

Consideraciones metodológicas

- *La prueba no evalúa el conocimiento pedagógico del contenido:* Como EXCALE y PISA, la prueba únicamente da evidencia del conocimiento del contenido de los estudiantes, y únicamente sobre flujo de materia y energía en sistemas vivos, y no del CPC de los estudiantes como se planteó inicialmente en la investigación.
- *Los resultados por sub-idea pueden depender de la cantidad de reactivos de cada nivel de dificultad y viceversa:* Al igual que en Excale y PISA, al hacer comparaciones entre sub-ideas y niveles de dificultad debe considerarse que el otro aspecto pudo haber influido en los resultados. Por ejemplo, hay sub-ideas que

solamente tienen reactivos de nivel 2 de dificultad, otras solamente tienen de nivel 3 y otras tienen de ambos. Por lo que esto puede influir en que tengan porcentajes mayores que otras. Lo mismo ocurre con los niveles de dificultad.

- *La idea general del tema evaluado, así como las sub-ideas no están apegadas a los contenidos del plan de estudios mexicano:* La prueba ATLAST fue desarrollada en EU y los contenidos fueron delimitados por expertos en el área de biología quienes determinaron lo que los docentes debían conocer sobre la idea general. Por tal motivo es posible que las sub-ideas no se apeguen al currículo mexicano, ni a los contenidos que los futuros profesores hayan visto durante su educación básica.

4.3.2. Actitudes hacia la ciencia

Descripción de instrumento DAS.

El instrumento de Dimensiones de Actitudes hacia la Ciencia (DAS, *Dimensions of Attitudes Toward Science*) fue diseñado con el objetivo de medir las actitudes hacia la enseñanza de la ciencia de los profesores en formación inicial y en servicio. El instrumento DAS mide específicamente las actitudes profesionales de los profesores, es decir, sus actitudes hacia la enseñanza de la ciencia, las cuales están organizadas en tres dimensiones: cognitiva, afectiva y de control percibido (Aalderen-Smeets & van der Molen, 2013). Cada una de las dimensiones está compuesta a su vez de varios subcomponentes.

- *Dimensión cognitiva:* Hace referencia a las creencias cognitivas sobre la enseñanza de la ciencia en educación primaria.
 - Relevancia de la enseñanza de la ciencia: Comprende el grado de importancia y relevancia que los docentes dan a la enseñanza de la ciencia.

- Dificultades en enseñanza de la ciencia: Analiza si los profesores de educación primaria creen que la ciencia en general es más difícil de enseñar que otras asignaturas. Más que la percepción personal del profesor, este componente se centra en las creencias de los profesores sobre si la ciencia es difícil de enseñar en general por todos.
- Creencias estereotipadas de género sobre enseñanza de la ciencia: Comprende dos posibles creencias relacionadas con el género: las diferencias en el potencial entre hombres y mujeres para enseñar ciencia y el nivel de interés y placer al hacerlo entre géneros.
- *Dimensión afectiva:* Comprende las emociones tanto positivas como negativas que el profesor puede experimentar cuando enseña ciencia.
 - Placer en enseñanza de la ciencia: Se centra en las experiencias positivas durante la enseñanza de ciencia.
 - Ansiedad en enseñanza de la ciencia: Se centra en las experiencias negativas durante la enseñanza de ciencia.
- *Dimensión de control percibido:* Hace referencia a la cantidad de control percibido que tiene el docente sobre la enseñanza de la ciencia. Este componente refleja las creencias y sentimientos subjetivos que se tienen sobre los obstáculos internos y externos que podrían obstaculizar la enseñanza de la ciencia.
 - Auto-eficacia: Se centra en la habilidad percibida por los profesores al enseñar ciencia y al solucionar problemas que podrían surgir durante ésta.
 - Factores del contexto: Comprende el grado en que el docente considera que depende de ciertos factores del contexto para poder enseñar ciencia. (cfr. Aalderen-Smeets y van der Molen, 2013, pp. 581 y 584)

Basado en el marco teórico antes mencionado, el instrumento DAS está compuesto de siete subescalas, correspondiente a los siete componentes de las actitudes hacia la enseñanza de la ciencia. Cada subescala está compuesta de varios ítems que pretenden medir el componente subyacente, conformando en total una escala de 28 ítems. No obstante, para la escala utilizada en este proyecto se eliminaron dos ítems: uno porque los autores señalaron que provocaba una baja en el índice de confiabilidad, y otro por ser demasiado explícito con respecto a las creencias de género en la ciencia. El instrumento estuvo finalmente conformado de 26 ítems (tabla 9).

Tabla 9. Estructura del instrumentos DAS

<i>Dimensión</i>	<i>Sub-componente</i>	<i>No. de reactivos</i>
Cognitiva	Relevancia de enseñanza de la ciencia	4
	Dificultades en enseñanza de la ciencia	5
	Creencias estereotipadas de género sobre enseñanza de la ciencia	4
Afectiva	Placer en enseñanza de la ciencia	4
	Ansiedad en enseñanza de la ciencia	3
Control percibido	Auto-eficacia	2
	Factores del contexto	4
Total		26

Cada ítem consiste en una escala tipo Likert en la que los respondientes deben señalar el grado de acuerdo o desacuerdo que tengan con el enunciado señalado, desde completamente en desacuerdo (nivel 1) hasta totalmente de acuerdo (nivel 5).

Descripción de instrumento de actitudes PISA

Como parte del proyecto PISA, las actitudes se han evaluado en el cuadernillo del contexto del estudiante, en el cual se hacen preguntas sobre sus actitudes respecto al área principal

en turno. En la aplicación 2006 de PISA se hicieron preguntas con respecto a las actitudes hacia la ciencia en el cuadernillo del estudiante.

La evaluación de actitudes de los alumnos con respecto a las ciencias se realizó en cuatro áreas: apoyo a la investigación científica, autoconfianza para aprender ciencias, interés por las ciencias y responsabilidad por los recursos y el medio ambiente (OCDE, 2007). No obstante, un análisis de éstas (Martínez, 2015) llevó a seleccionar únicamente algunas de las áreas evaluadas (tabla 10).

Tabla 10. Estructura de instrumento de actitudes de PISA

Área	Escala	No. ítems
Apoyo a la investigación científica	Valor general de las ciencias	5
	Valor personal de las ciencias	5
Autoconfianza como estudiantes de ciencias	Autoeficacia en ciencias	8
Interés por las ciencias	Disfrute de las ciencias	8
	Interés general por las ciencias	5
TOTAL		31

En la escala de *Valor general de las ciencias* y *Valor personal de las ciencias* se abordan en una sola escala. En los ítems de valor general se indaga si se está o no de acuerdo en que la ciencia es valiosa para la sociedad o trae beneficios sociales. Por otro lado, en los de valor personal se pregunta si el alumno piensa que la ciencia ayuda en lo personal a relacionarse con los demás o a entender el mundo, si después de dejar la escuela, usará muchas aportaciones científicas, y si es muy relevante para el sustentante.

En *Autoeficacia en ciencias* se cuestiona al alumno sobre qué tan fácil es hacer, sin ayuda, algunas tareas cotidianas relacionadas con la ciencia. *La escala de Disfrute de las ciencias* indaga si el estudiante disfruta cuando aprende cosas de ciencias, se divierte al hacerlo, le interesa, le gusta leer al respecto, o se siente a gusto resolviendo problemas de ciencias. Por otro lado, en *Interés general por las ciencias* se cuestiona al alumno si tiene

alto, medio, bajo o nulo interés en aprender sobre las disciplinas de ciencia o en realizar diversas tareas científicas.

Consideraciones metodológicas

- *Las escalas de actitudes no tuvieron un funcionamiento adecuado a nivel internacional y nacional:* Para justificar este argumento se señala lo mencionado por Martínez (2015):

“Los resultados de las escalas de actitudes de PISA, en todas sus aplicaciones, y en particular en la de 2006, cuya área principal fue la competencia científica, y en la que se aplicaron los instrumentos retomados en esta tesis, presentan un patrón según el cual los jóvenes de países con resultados bajos en lo relativo a conocimientos, dicen tener las actitudes más favorables hacia la ciencia, lo que hace pensar en que las respuestas están afectadas por lo que se conoce como *acquiescence bias*. Incluso el INEE no ha publicado esos resultados por considerar que en ellos influyen factores que aún no se comprenden del todo. Por ello los resultados son poco consistentes.” (p. 3)

4.3.3. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia

Instrumento COCTS

El Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) es un instrumento que mide las actitudes relacionadas con la epistemología y sociología de la ciencia, tecnología y sociedad (Manassero-Mas, Vázquez-Alonso, & Acevedo-Díaz, 2003). El cuestionario es una adaptación al español del instrumento VOSTS (View son Science-Technology-Society Questionnaire) Aikenhead y Ryan, 1992; Aikenhead, Ryan, y Fleming, 1989, en Manassero-Mas, Vázquez-Alonso, & Acevedo-Díaz, 2003) e incorpora algunas

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

cuestiones del instrumento propuesto por Rubba, Schoneweg y Harkness (1996, en Manassero-Mas, Vázquez-Alonso, & Acevedo-Díaz, 2003).

El instrumento está conformado por cien ítems de opción múltiple con la misma estructura: una cuestión central que representa una sub-dimensión del contenido. En ésta se plantea una pregunta de la cual se derivan varias frases que presentan diversas alternativas de respuesta a dicha cuestión. A su vez, las frases están clasificadas en tres categorías: adecuada, plausible e ingenua. Éstas representan los tres tipos de opinión que pueden tener los estudiantes desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la ciencia, de acuerdo a la categoría en que se encuentre la frase que seleccione:

- Adecuada: La frase expresa una opinión adecuada desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la ciencia.
- Plausible: Aunque no completamente adecuada, la frase expresa algunos aspectos apropiados, desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la ciencia.
- Ingenua: La frase expresa una opinión inapropiada o no plausible.

El instrumento ofrece dos modelos cuantitativos de respuesta para medir las concepciones de los estudiantes: el modelo de respuesta única (MRU) y el modelo de respuesta múltiple (MRM). En el primer modelo el estudiante debe seleccionar solamente una frase en cada cuestión, la que refleje principalmente su respuesta a la pregunta. No obstante, los autores señalan que la información obtenida a partir de este modelo es limitada y no dice nada con respecto a las otras frases, si tiene cierto grado de acuerdo con éstas o no. (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 1999)

Por otro lado, en el MRM se valoran cada una de las frases de la cuestión a partir de una escala tipo Likert de nueve puntos expresando su grado de acuerdo o desacuerdo con éstas. La valoración de cada frase se transforma en un índice actitudinal que puede ir de -1 a +1, y el cual se asigna dependiendo de la categoría (adecuada, plausible o ingenua) en que se encuentra la frase (Manassero-Mas, Vázquez-Alonso, & Acevedo-Díaz, 2003; Bennàssar, García-Carmona, Vázquez, & Manassero, 2007). A partir de este modelo, los autores señalan que se obtiene mayor información pues permite definir de manera más exacta las concepciones de los estudiantes (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 1999), al conocer la posición que tienen con respecto a cada una de las frases de cada cuestión.

El índice actitudinal es el indicador cuantitativo de las creencias y actitudes de los estudiantes utilizado dentro del modelo de respuesta múltiple. Éste representa el grado de sintonía que el alumno tiene con la clasificación de categorías asignada por los jueces a cada una de las frases del COCTS. Cuanto más positivo y cercano al valor máximo (+1) es un índice, más adecuada e informada se considera la actitud, pues está más acorde a la opinión que los jueces asignaron a esa frase. Por el contrario, cuanto más negativo y cercano al valor mínimo (-1) está el índice, la actitud es más ingenua y desinformada, pues se aleja de la opinión de los jueces con respecto a la frase. (Acevedo et al., 2001, en Bennàssar, García-Carmona, Vázquez, & Manassero, 2007)

A partir de la metodología y organización del instrumento, es posible obtener distintos tipos de índices, que nos dan información con respecto al estudiante:

- Índice por frase (Índice de valoración actitudinal): Indica el grado de acuerdo que tuvo el estudiante en cada frase con el consenso de los científicos respecto a ésta (si se está de acuerdo con la categoría asignada por los jueces). Éste es útil para hacer interpretaciones con base en el contenido que se aborde en la frase.

- Índice por cuestión (Índice global de actitud): Se obtiene a partir del promedio de todas las frases que conforman una cuestión. Representa la actitud global que se tiene con respecto al tema (sub-dimensión) que represente ésta.
- Índice por categoría: Se obtiene al promediar todas las frases que se encuentran dentro de una categoría (adecuada, plausible o ingenua), independientemente de la cuestión en la que estén. Nos permite identificar el grado de acuerdo con el consenso de científicos que tienen los estudiantes en cada una de las categorías de manera global.
- Índice global ponderado: Se obtiene al promediar los índices de las tres categorías. Nos permite tener un resultado global de los estudiantes con respecto al consenso de los científicos.

Para este proyecto de investigación se utilizó este modelo de respuesta múltiple, por la diversidad de índices y de información que proporcionan sobre los estudiantes. De los índices posibles a obtener, únicamente no se calculó el índice por frase (índice de valoración actitudinal) pues implica un análisis muy extensivo al estar conformado el instrumento de 99 frases.

Como se señaló, el cuestionario COCTS completo consta de 100 cuestiones de opción múltiple, independientes entre sí. Para este proyecto se seleccionó una adaptación del cuestionario hecha en el marco del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) (Bennàssar, García-Carmona, Vázquez, & Manassero, 2007). En este se articularon 30 cuestiones en dos cuestionarios (15 en cada uno). Con base en los temas que contienen cada

uno, en este proyecto se utilizó el cuestionario 1, por tener una mayor cantidad de temas relacionados con la ciencia (Tabla 11).

Tabla 11. Estructura del instrumento COCTS

Dimensiones	Cuestiones
Definición de la CyT	Ciencia Interdependencia
Interacciones ciencia-tecnología-sociedad	Interacción CTS Política del gobierno del país Ética
Influencia de la sociedad en la CyT	Responsabilidad social / Contaminación Decisiones morales Bienestar social
Sociología interna de la CyT	Motivaciones Infra-representación de mujeres Decisiones por consenso Ventajas para la sociedad
Epistemología	Modelos científicos Provisionalidad Método científico

Consideraciones metodológicas

- *No se utilizaron los resultados de la primera aplicación, por problemas de legibilidad en las respuestas:* Al no haber realizado un pilotaje durante el inicio de la investigación, no se identificó inicialmente que había respuestas dentro de la prueba que visualmente se podían confundir. Estas apreciaciones se tomaron en cuenta para la segunda aplicación pero se decidió no considerar los resultados de la primera por no poder interpretarse adecuadamente las respuestas. Por tal motivo en esta prueba no fue posible llevar a cabo un estudio longitudinal, sino únicamente comparativo entre los grupos

4.4. Trabajo de campo

Se llevaron a cabo dos aplicaciones a los tres grupos seleccionados: al inicio del semestre B (2°, 4° y 6° semestres) y un año después al término del semestre A (3°, 5° y 7° semestres). En ambos casos la aplicación estuvo dividida en dos sesiones: en la primera se aplicó el cuestionario de información familiar y académica y los instrumentos sobre conocimiento del contenido y actitudes hacia la ciencia; y en la segunda los instrumentos sobre conocimiento pedagógico del contenido (que pasó a ser de conocimiento del contenido) y concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

Se buscó que en las dos aplicaciones se realizara el mismo protocolo, sin embargo en ambas se presentaron distintos inconvenientes de los cuales se llevó a cabo un registro con la intención de valorar en qué medida pudieron haber influido en los resultados obtenidos. Los inconvenientes presentados fueron los siguientes:

- A) *Ausencia del profesor de grupo:* De los tres semestres en los que se aplicó, únicamente en uno se contó con la presencia del profesor en las dos sesiones de aplicación durante toda la jornada. Así mismo solo en dos semestres el profesor presentó de manera formal al investigador, mientras que en el otro grupo nunca se contó con la presencia del docente.
- B) *Inasistencia de los alumnos:* En todos los casos se presentaron ausencias de alumnos, los cuales no realizaron ninguna de las pruebas.
- C) *Extensión en presentación de proyecto por parte del investigador:* Tanto la extensión de la presentación como los materiales utilizados variaron debido al tiempo proporcionado para la prueba.

D) *Falta de tiempo para término de pruebas:* Aunque se tenía previsto el número de cuadernillos realizados por sesión, en algunos casos no se alcanzó a terminarlos y tuvieron que quedar pendientes para la siguiente sesión.

E) *Instrucción de dejar preguntas sin conocer en blanco:* En el caso de un grupo no se comentó al inicio sobre dejar las preguntas que no se supiera en blanco.

En la tabla 12 se presentan los inconvenientes presentados y los casos en los que se dieron.

Tabla 12. Incidentes presentados durante las aplicaciones

		Primera aplicación						Segunda aplicación					
Grupo		1		2		3		1		2		3	
Sesión		1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
Incidente	A			•	•			•	•	•	•		
	B	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	C	•		•		•				N/A			
	D	•				•							
	E	•											

4.5. Análisis de la información

Con el objetivo de dar respuesta a las preguntas de investigación, para los resultados de todos los instrumentos se llevó a cabo el mismo proceso de análisis de información. Un diagrama de flujo detallado de éste se presenta en los Anexos.

- Pruebas de normalidad: Inicialmente se aplicaron pruebas de normalidad a los resultados con la intención de determinar el tipo de pruebas que se realizaría posteriormente. Si en todos los resultados se cumplía el supuesto de normalidad ($p > .05$) se realizaba una prueba paramétrica; si al menos uno de los resultados no lo cumplía, se realizaba una prueba no paramétrica.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Prueba de k muestras independientes: Una vez aplicadas las pruebas de normalidad se llevaron a cabo pruebas de hipótesis de k muestras independientes (paramétrica o no paramétrica) con los resultados de todos los semestres de un solo instrumento. Si no se encontraba evidencia de diferencias significativas ($p > .05$) se procedía a presentar los resultados; en caso contrario se realizaba una prueba de hipótesis de dos muestras.
 - Prueba de dos muestra: En los casos de pruebas de k muestras independientes donde se encontraron diferencias significativas entre los grupos se realizaron pruebas de hipótesis de dos muestras entre los resultados de todos los semestres para identificar entre cuáles semestres se presentaban dichas diferencias. Para definir si la prueba era paramétrica o no paramétrica se volvían a retomar los resultados de la prueba de normalidad. Si los resultados eran semestres del mismo grupo se realizaba una prueba de dos muestras relaciones; por el contrario, si los resultados provenían de dos grupos distintos se realizaban pruebas de dos muestras independientes.

Con la intención de justificar en la mayor medida el análisis de las tendencias de los resultados entre semestres, se obtuvo información de características familiares y académicas de los estudiantes y se realizaron comparativos entre los grupos de cada una de estas características para identificar que no existieran diferencias significativas entre éstos (por no existir evidencias de lo contrario). En el capítulo de Discusión y Resultados se describe con mayor detalle este análisis.

En algunos de los instrumentos utilizados se realizaron también comparativos de los resultados de los grupos con los obtenidos en aplicaciones de los mismos en otras investigaciones, tanto a nivel nacional como internacional. Esto con la intención de tener un referente que permitiera valorar el nivel en que se encontraban los futuros docentes en cada

una de las variables, en comparación con sujetos con características distintas y en otros contextos.

Para realizar el análisis se consideraron las características de los instrumentos utilizados de tal forma que éste fuera acorde al tipo de información que ofrece cada instrumento, y la organización que éste tiene. A partir del nivel de medición de éstos se determinaron las herramientas estadísticas para analizar cada uno (Tabla 13).

Tabla 13. Análisis realizado en cada instrumento

Prueba	Análisis realizado
Datos	- Estadísticos descriptivos - Pruebas de hipótesis para identificar diferencias entre grupos
EXCALE	- Porcentaje de aciertos general - Porcentaje de aciertos por conjunto de contenidos - Comparativo con resultados nacionales
PISA	- Porcentaje de aciertos general - Porcentaje de aciertos por tipo de contenido - Comparativo con resultados de México y promedio de OCDE
ATLAST	- Porcentaje de aciertos general - Porcentaje de aciertos por nivel de pregunta (2 o 3)
DAS	- Porcentaje de reactivos en niveles de acuerdo 4 y 5 - Porcentaje por sub-dimensión
PISA - Act	- Porcentaje de reactivos en niveles de acuerdo 3 y 4 - Porcentaje por escala
COCTS	- Índice global ponderado - Análisis por categorías - Análisis por sub-dimensión (cuestión)

V. Hallazgos y resultados

En el presente capítulo se presentan los hallazgos encontrados en cada uno de los aspectos analizados así como los resultados estadísticos de cada instrumento. El capítulo inicia con las conclusiones obtenidas del análisis estadístico hecho con algunos indicadores personales y académicos de los estudiantes, con el objetivo de identificar diferencias significativas entre los semestres a partir de dichos indicadores.

Posteriormente se presentan los hallazgos y resultados encontrados, organizados por aspecto: conocimiento del contenido, actitudes hacia la ciencia y concepciones sobre la naturaleza de la ciencia. Cada uno comienza con los hallazgos encontrados, en los cuales se presentan las principales conclusiones a las que se llegaron con respecto al aspecto analizado a partir del análisis estadístico de los instrumentos utilizados para evaluarlo.

Finalmente se presenta la descripción de los resultados en los diversos instrumentos. En estos se describen únicamente los descubrimientos considerados relevantes a partir del análisis de los gráficos, así como los resultados de las pruebas de hipótesis cuyos niveles de significancia observados fueron importantes para las conclusiones a las que se llegó.

5.1. Conclusiones sobre el perfil de la muestra

Se obtuvo información sobre los siguientes indicadores de los alumnos:

- Promedio obtenido en nivel medio superior
- Puntaje de EXANI
- Historial académico (modalidades cursadas en cada nivel)
- Nivel de estudios de los padres
- Ocupación de los padres
- Ingreso a la carrera como primera opción

Con la información obtenida se realizaron pruebas de hipótesis, adecuadas al nivel de medición de cada variable, para identificar si existía evidencia de diferencias significativas entre los grupos que no permitieran sustentar la discusión de los resultados para establecer comparaciones entre los resultados y el tiempo de formación de los futuros docentes.

En los resultados de las pruebas de hipótesis no se presentaron evidencias de diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las variables utilizadas. En éstas es posible entonces señalar que el perfil de los tres grupos es similar. No obstante se reconocen las limitaciones que se hacen a partir de este análisis pues son pocas las variables que se consideran si se toman en cuenta los modelos de eficacia escolar (Murillo, 2007) donde se señalan distintos niveles (alumno, aula, escuela y sistema educativo) que pueden influir en los resultados obtenidos por los grupos en los instrumentos aplicados.

5.2. Conocimiento del contenido de ciencia

5.2.1. Hallazgos sobre el conocimiento del contenido.

- *Los porcentajes de aciertos más altos se presentaron en la prueba EXCALE, seguida de la prueba PISA, y finalmente la prueba ATLAST.*

En todos los semestres se presentó el mismo orden en el porcentaje de aciertos: mayor en EXCALE, seguido de PISA y finalmente ATLAST. Las pruebas de hipótesis demostraron en cada uno de los semestres que las diferencias entre los resultados de las tres pruebas eran significativas. Con excepción del 7° semestre donde no se encontró evidencia de diferencias significativas entre EXCALE y PISA.

- *El grupo 1 presentó un aumento significativo en su porcentaje de aciertos en la prueba EXCALE.*

En la prueba EXCALE el grupo 1 fue el único que presentó un aumento significativo en sus resultados de la primera a la segunda aplicación, siendo finalmente el semestre con el porcentaje de aciertos más alto en esta prueba. Este fue significativamente diferente a los resultados de EXCALE de todos los otros semestres.

- *No hubo evidencia de cambios significativos en las pruebas PISA y ATLAST, ni de diferencias significativas entre los semestres.*

No se encontraron evidencias de que alguno de los grupos hubiera presentado cambios significativos en sus resultados de las pruebas PISA y ATLAST. Aunque en la prueba PISA nuevamente el grupo 1 presenta los resultados más altos, en las pruebas de hipótesis tampoco se encontró evidencia de que hubiera diferencias significativas entre los resultados de los semestres.

- *Los estudiantes de los tres grupos presentaron resultados más altos que los de los alumnos de educación primaria de México en los contenidos evaluados en EXCALE por conjunto, y en los contenidos de PISA por tipo de contenido.*

A partir del comparativo con los resultados de la prueba EXCALE del 2009 se encontró que en los tres conjuntos de contenidos los estudiantes de los tres grupos superaron al promedio nacional, así como a los estratos privado y urbano público, que son los que obtuvieron los porcentajes más altos.

5.2.2. Resultados de instrumentos sobre conocimiento del contenido.

Al comparar los resultados obtenidos en las tres pruebas que evaluaron el conocimiento del contenido, se observó que en todos los semestres los resultados de EXCALE fueron superiores. De éstos le siguen los de PISA, mientras que los resultados de ATLAST fueron los más bajos y alejados de los otros dos instrumentos (figura 4).

Se realizaron pruebas de hipótesis para identificar si las diferencias entre las pruebas eran significativas. En el caso de EXCALE y PISA, únicamente en 7° semestre no se encontraron evidencias de que hubiera diferencias significativas entre los resultados de ambas pruebas⁵ ($p=.092>.05$), mientras que en los demás semestres las diferencias entre ambos fueron significativas. Por otro lado, tanto los resultados de PISA como los de EXCALE demostraron tener diferencias significativas con los de ATLAST.

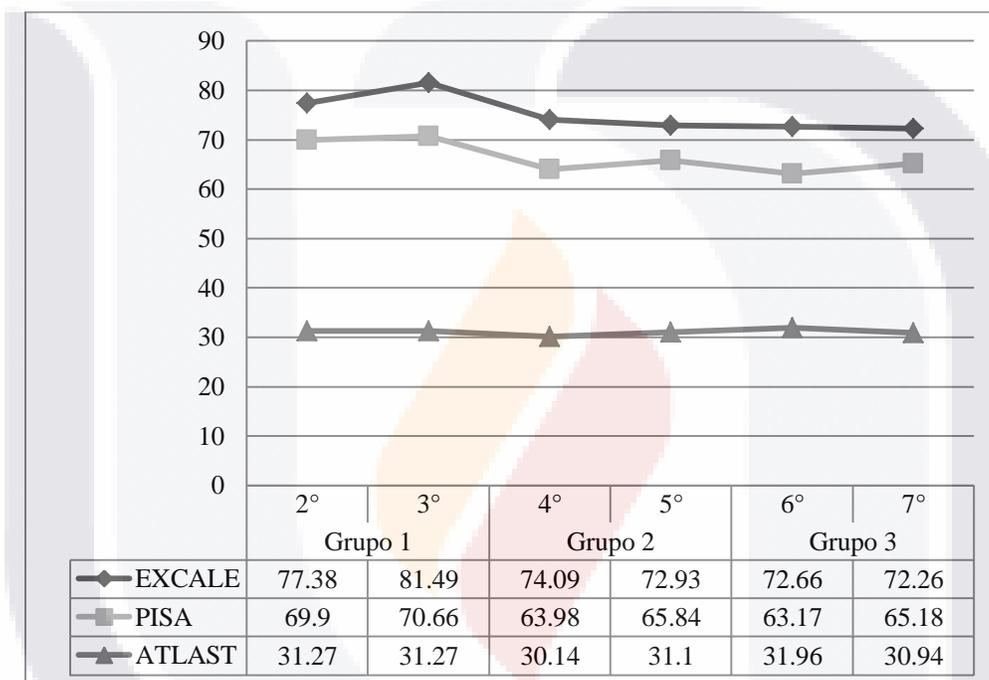


Figura 4. Porcentaje de aciertos obtenidos por semestre en pruebas de conocimiento del contenido

Posteriormente se llevaron a cabo las pruebas para identificar diferencias significativas entre los semestres en cada una de las pruebas. En EXCALE el grupo 1 fue el único que presentó un aumento en sus resultados, además de ser el que tuvo los porcentajes más altos. Por otro lado, en los resultados de los grupos 2 y 3 se presenta un deceso gradual en los resultados de 4° a 7° semestre. A partir de una prueba se encontró que existen

⁵ Prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon

diferencias significativas entre los resultados de los semestres ($p=.005<.05$), que indica que al menos en uno de éstos, los resultados son significativamente distintos a los otros.

En la prueba PISA, los tres grupos presentaron un aumento en sus resultados, aunque el grupo 1 nuevamente fue el que obtuvo los porcentajes más altos. No obstante, a partir de la prueba de hipótesis no se encontró evidencia de que existieran diferencias significativas entre los resultados de todos los semestres ($p=.526>.05$). Lo mismo ocurrió en los resultados de ATLAST pues tampoco se encontró evidencia de diferencias significativas ($p=.973>.05$). En esta prueba se presenta además la menor variación entre los resultados de los grupos de la primera a la segunda aplicación.

Dado que se encontraron diferencias significativas entre los resultados de los semestres en EXCALE, se llevaron a cabo pruebas de hipótesis para identificar en cuáles semestres se presentaban dichas diferencias. A partir de los resultados se encontró que el resultado de 3° es significativamente distinto a los resultados de todos los demás semestres.

Tabla 14. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre pruebas por semestre

Semestre	2	3	4	5	6
3	.041* ^b				
4	.169	.008			
5	.129	.006	.484**		
6	.060	.001	.552	.644	
7	.085 ^b	.001^b	.742	.905	.359

Sin asterisco = Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

* = Prueba paramétrica ** = Prueba de rangos con signos de Wilcoxon

A partir de los resultados nacionales de la aplicación de EXCALE en 2009 (INEE, 2013), se calculó el promedio de los reactivos que se aplicaron en este proyecto por conjunto de contenidos, a nivel nacional y en los estratos de urbano público y privado, ya que fueron los que obtuvieron los puntajes más altos (figura 5). A partir del comparativo se aprecia que los resultados de los grupos de la muestra superan, en todos los conjuntos de contenidos, a los resultados de los dos estratos y el de la meda nacional.

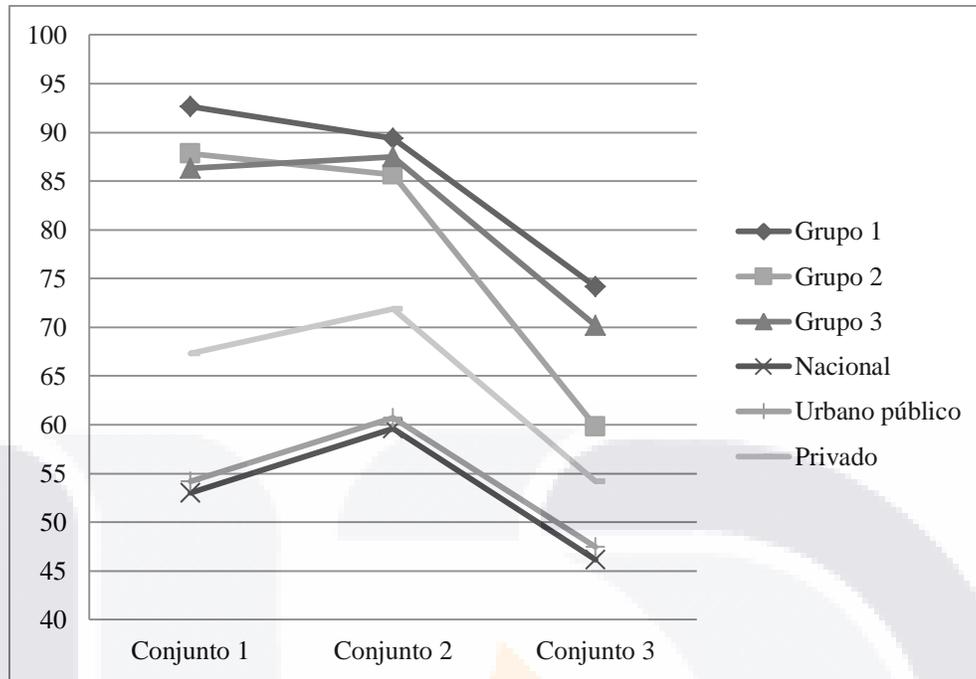


Figura 5. Comparativo por conjunto de contenidos de EXCALE de docentes en formación con aplicación nacional 2009

Se llevó a cabo un comparativo de los resultados de la aplicación de PISA en el año 2006 y los de los grupos de la muestra. Para esto se calcularon promedios a partir de los resultados por reactivos de cada tipo de contenido (figura 6). En los resultados se encontró que los estudiantes superan en los dos tipos de contenido a los resultados nacionales. No obstante, en comparación con los nacionales, los resultados del promedio de la OCDE, aunque inferiores, se encuentran muy cercanos, principalmente a los resultados de los grupos 2 y 3.

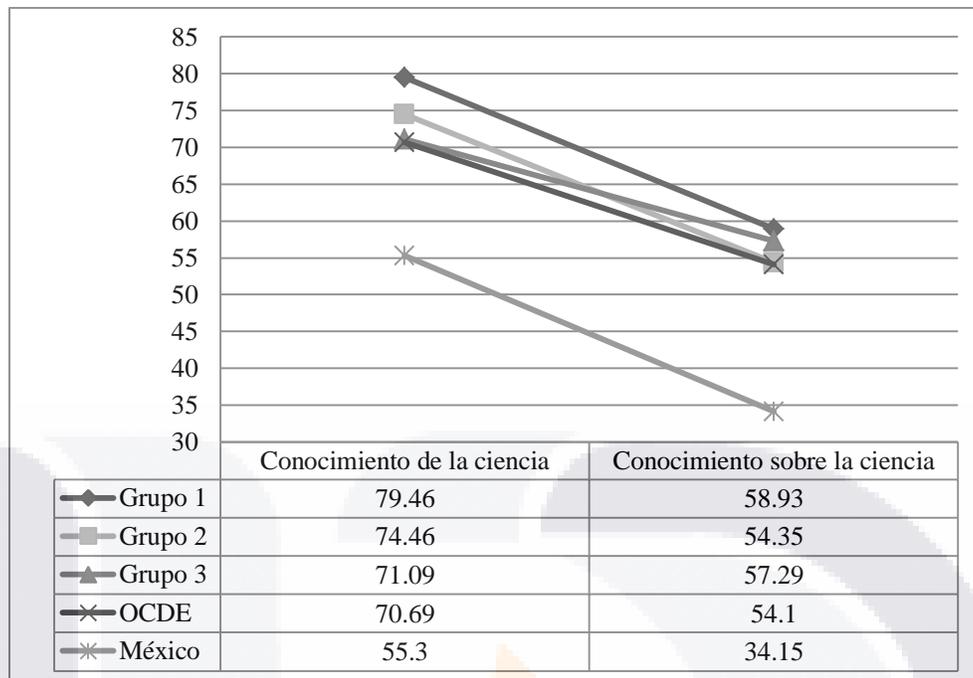


Figura 6. Comparativo por tipo de contenido de PISA de docentes en formación con resultados nacionales e internacionales en 2006. Fuente: (OCDE, 2016)

5.3. Actitudes hacia la ciencia

5.3.1. Hallazgos sobre las actitudes hacia la ciencia

- *Los estudiantes de todos los semestres presentaron r esultados más altos en el instrumento de actitudes de PISA que en el instrumento DAS.*

En todos los semestres los resultados del instrumento de PISA fueron superiores. A partir de pruebas de hipótesis se encontró que las diferencias entre ambos instrumentos fueron significativas en todos los casos.

- *No se encontró evidencia de diferencias significativas en los resultados de los semestres en el instrumento de actitudes de PISA.*

Aunque el grupo 3 presenta resultados más altos, a partir de una prueba de hipótesis no se encontró evidencia de que existieran diferencias significativas entre los resultados de los semestres en esta prueba.

- *Hubo diferencias significativas en los resultados del instrumento DAS entre los semestres superiores y los inferiores.*

Desde 4° y hasta 7° semestre los resultados del instrumento DAS presentan un aumento gradual en su porcentaje, lo cual lleva a que 7° sea finalmente el semestre con resultados más altos. A partir de pruebas de hipótesis se encontró que desde 6° semestre existen diferencias significativas con los resultados de 3° y 4°, y en 7° semestre, éstas diferencias ya se presentan con 3°, 4° y 5° semestre.

- *Instrumento DAS: En relevancia de enseñanza de las ciencias, los grupos 2 y 3 presentan los resultados más altos, con diferencias significativas con los resultados del grupo 1*

Con excepción del 7° semestre, donde los resultados bajan, de los semestres 4° a 6° los resultados presentan diferencias significativas con los resultados de 2° y 3° semestre que fueron los más bajos.

- *Instrumento DAS: En dificultades en enseñanza de la ciencia, hay diferencias significativas entre el grupo 2 y el grupo 3.*

Se encontró evidencia de que los resultados el grupo 2, que fueron los más bajos en esta dimensión, tienen diferencias significativas con los del grupo 3, que fueron los más altos.

- *Instrumento DAS: No hubo evidencia de diferencias significativas entre los semestres con respecto a las creencias estereotipadas de género.*

Aunque los tres grupos se presentó una disminución en las actitudes deseables en esta dimensión, no se encontraron evidencias de diferencias significativas en ninguno de los semestres.

- *Instrumento DAS: En ansiedad en enseñanza de la ciencia, el grupo 3 presenta diferencias significativas con algunos semestres de los grupos 1 y 2.*

En esta dimensión se presenta un incremento gradual entre los semestres en el porcentaje.

El grupo 3, que presentó las actitudes más deseables con respecto a la ansiedad en enseñanza de la ciencia, presentó diferencias significativas con los resultados de 3° y 4° semestre.

- *Instrumento DAS: No se encontraron evidencias de diferencias significativas en el Placer en enseñanza de la ciencia*

Aunque los grupos 2 y 3 presentaron un aumento en sus actitudes deseables, a partir de pruebas de hipótesis no se encontró evidencia de que hubiera diferencia entre los resultados de los semestres.

- *Instrumento DAS: En autoeficacia en enseñanza de las ciencias, se encontraron diferencias significativas entre el 7° semestre y todos los otros.*

El grupo 3° fue el que presentó los resultados más altos en esta prueba, siendo el 7° semestre donde se presentaron los mayores porcentajes. A partir de una prueba de hipótesis se encontró que este resultado es significativamente más alto que todos los demás semestres.

- *Instrumento DAS: No hubo evidencia de diferencias significativas entre los resultados de los semestres en la dimensión de factores de contexto.*

A partir de las pruebas de hipótesis no se encontró evidencia de diferencias entre los resultados de factores de contexto de todos los semestres. Para la segunda aplicación todos los resultados estuvieron cercanos al 50%.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- *En ninguna de las escalas del instrumento de actitudes de PISA hubo evidencia de diferencias significativas entre los semestres.*

A partir de pruebas de hipótesis no se encontró evidencia de que hubiera diferencias significativas en los resultados entre los semestres.

- *Instrumento de actitudes de PISA: Se presentaron resultados contradictorios en las escalas que conforman el área de Autoconfianza como estudiantes de ciencia.*

Mientras que en la escala de Disfrute de la ciencia lo estudiantes presentaron resultados altos, los resultados fueron más bajos en la de Interés general por la ciencia.

- *Instrumento de actitudes de PISA: En el área de Apoyo a la investigación científica, los tres grupos presentaron los porcentajes más altos del instrumento.*

En las dos escalas que conforman esta área los grupos presentaron de los porcentajes más altos del instrumento. No obstante, los porcentajes fueron superiores en el Valor general que en el Valor personal de las ciencias.

- *Instrumento de actitudes de PISA: En el área de Autoeficacia de las ciencias fue donde se obtuvieron los resultados más bajos de todo el instrumento.*
- *Los resultados en el instrumento de actitudes PISA de los estudiantes de formación inicial fueron superiores a los de los resultados nacionales e internacionales en la aplicación de PISA en 2006.*

Al comparar los resultados de los estudiantes con los obtenidos en PISA 2006 por México y por el promedio de países de la OCDE se encontró que en ambos casos los porcentajes de los tres grupos son superiores. Resalta además que las tendencias en los resultados de los tres grupos y las de México son similares en todas las áreas. Por otro lado, eso no se aprecia en el promedio de la OCDE con todas las áreas, que se encuentran aún más alejadas.

5.3.2. Resultados de instrumentos sobre actitudes hacia la ciencia.

En todos los semestres analizados (figura 7) se aprecia que los porcentajes de actitudes deseables son mayores en el instrumento de PISA que en el instrumento DAS. A partir de la aplicación de una prueba de hipótesis (tabla 15) se encontró que las diferencias entre ambos instrumentos fueron significativas en todos los semestres.

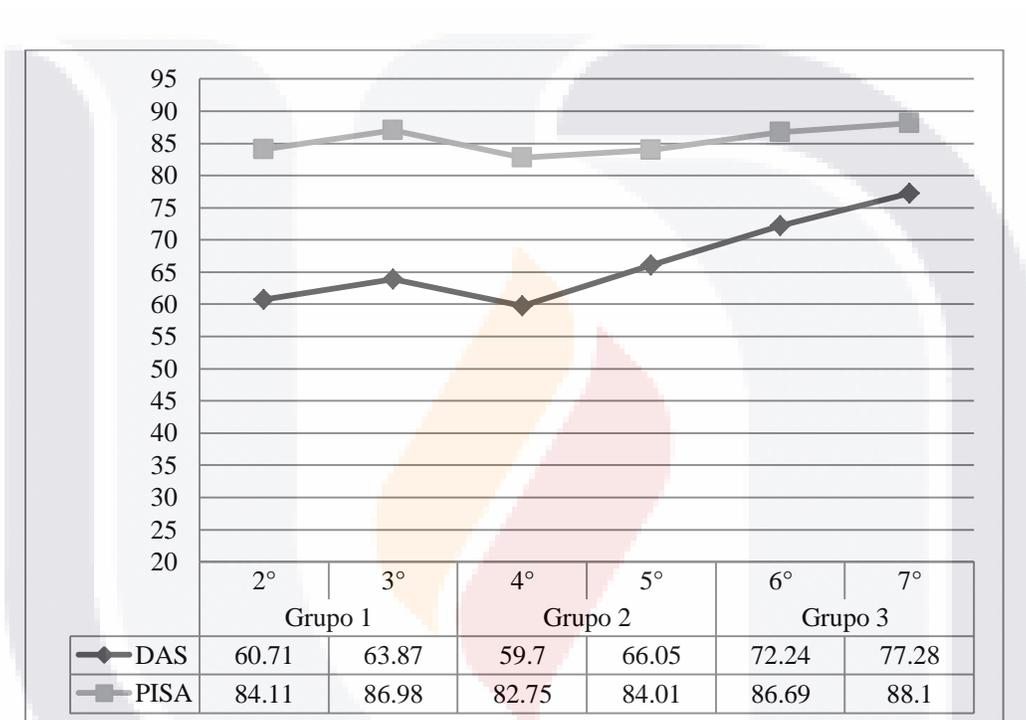


Figura 7. Resultados por semestre en instrumentos de actitudes

Tabla 15. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres entre instrumentos de actitudes

Grupo	Semestre	Z	Sig.
1	2°	-4.205	.000
	3°	-4.301	.000
2	4°	-4.015	.000
	5°	-3.529	.000
3	6°	-3.460	.001
	7°	-4.098	.000

Prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon

En ambos instrumentos los tres grupos presentaron un aumento en su porcentaje de estudiantes con actitudes positivas. No obstante, el grupo 1 presenta desde un inicio porcentajes superiores al grupo 2, mientras que en los grupos 2 y 3 aparenta haber un incremento gradual desde 4° hasta 7° semestre. Además, en los últimos semestres son cada vez más cercanos los porcentajes entre ambos instrumentos, pues en el instrumento DAS hay un incremento mayor que en el de PISA.

Para identificar si el aumento en los porcentajes de cada instrumento fue significativo, se llevaron a cabo pruebas de hipótesis. En el caso del instrumento PISA, a partir de una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con un valor de significancia observado de $.466 > .05$, no se encontró evidencia de que hubiera diferencias significativas entre los porcentajes de los semestres. Por otro lado, a partir de la misma prueba, en el instrumento DAS se encontró que existen diferencias significativas en los porcentajes obtenidos por semestre ($p = .001 < .05$).

5.3.2.1. Resultados instrumento DAS.

A partir del resultado de la prueba de hipótesis de Kruskal Wallis, se llevaron a cabo pruebas de hipótesis entre los semestres para identificar en cuales se presentaban dichas diferencias significativas (tabla 16). En los resultados se aprecia que éstas se presentan desde el 6° semestre ($p < .05$), cuyos porcentajes ya son significativamente distintos a los de 3° y 4°. En 7° semestre, cuyo porcentaje es todavía mayor, los resultados ya son significativamente distintos a los de 3°, 4°, y 5° semestre también.

Tabla 16. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en instrumento DAS

Semestre	3°	4°	5°	6°
4°	0.372			
5°	0.753	0.055*		

6°	0.014	0.007	0.106	
7°	0.003	0.001	0.023	0.235*

Sin asterisco = Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

* = Prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon

El análisis de los componentes que integran el instrumento DAS (cognitivo, afectivo y de control percibido) se hizo a partir de cada una de las dimensiones que conforman los componentes. En éstas se identificaron las tendencias y se llevaron a cabo pruebas de hipótesis para identificar si existían diferencias significativas entre los porcentajes de cada semestre.

Resultados del componente cognitivo del instrumento DAS

En cuanto al componente cognitivo (figura 8), su primera dimensión: relevancia de la enseñanza de la ciencia, no parece haber una tendencia clara entre los grupos, aunque los porcentajes de los grupos 2 y 3 son superiores a los del grupo 1.

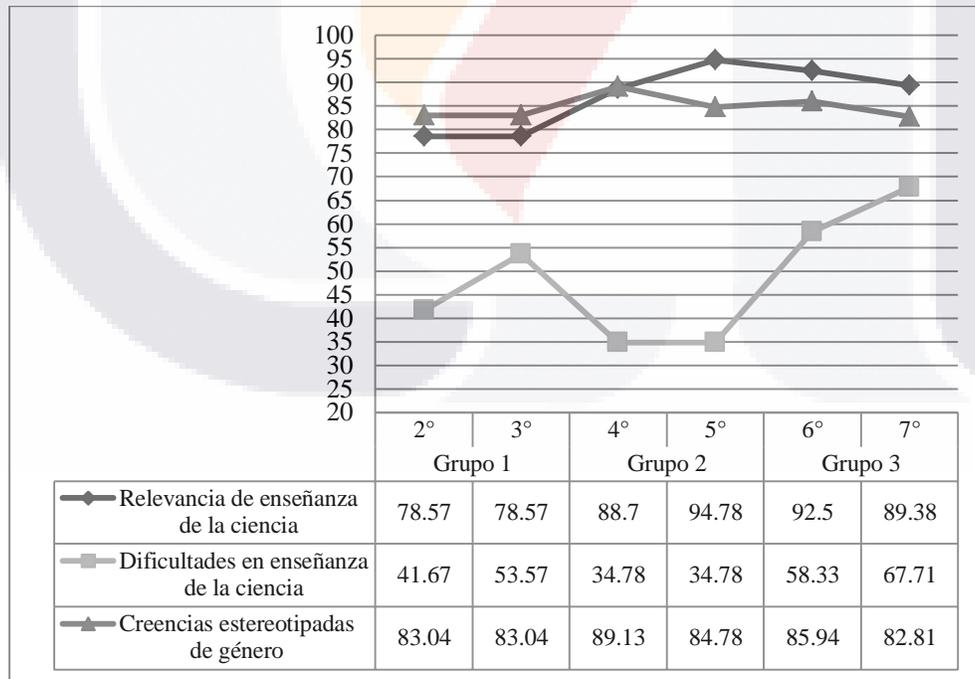


Figura 8. Resultados del componente cognitivo en instrumento DAS

A partir de una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se identificaron diferencias significativas entre los porcentajes ($p=.006<.05$). Las pruebas de hipótesis entre semestres (tabla 17) demuestran que las diferencias son significativas con 2° y 3° semestre desde el 5° semestre, sin embargo, en 7° semestre ya no hay evidencias de diferencias significativas con el porcentaje de 3° semestre.

Tabla 17. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en dimensión de relevancia de la enseñanza de la ciencia

Semestre	2	3	4	5	6
2					
3	0.755*				
4	0.102	0.435			
5	0.003	0.039	0.144*		
6	0.001	0.022	0.119	0.883	
7	0.015	0.119	0.453	0.502	0.504*

Sin asterisco = Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

* = Prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon

Del componente cognitivo, la dimensión de Dificultades hacia la enseñanza de la ciencia es la que obtuvo los porcentajes más bajos, con tendencias positivas en los grupos 1 y 3, mientras que el grupo 2 presentó los porcentajes más bajos, siendo éstos iguales en ambas aplicaciones.

Con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se identificaron diferencias significativas entre los semestres ($p=.015<.05$). A partir de las pruebas de hipótesis (tabla 18) se encontraron diferencias significativas de los porcentajes de 6° y 7° semestre con los de 4° y 5°, y también de 7° semestre con los de 2°

Tabla 18. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en dimensión de dificultades en enseñanza de la ciencia

Semestre	2	3	4	5	6
2					
3	0.157*				
4	0.495	0.125			
5	0.524	0.108	1*		
6	0.136	0.515	0.048	0.042	
7	0.018	0.107	0.006	0.004	0.288*

Sin asterisco = Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

* = Prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon

En la última dimensión: creencias estereotipadas de género sobre enseñanza de la ciencia, en el grupo 1 los porcentajes permanecen iguales en ambas aplicaciones, mientras que los grupos 2 y 3 presentan una disminución que representa un deceso en las actitudes deseables de los estudiantes al respecto. No obstante, con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p = .823 > .05$) no se encontró evidencia de diferencias significativas entre los porcentajes de los semestres, por lo que no hay pruebas de que dichos decrementos sean significativos.

Resultados del componente afectivo del instrumento DAS

El componente afectivo incluye las dimensiones de Placer en enseñanza de la ciencia, y Ansiedad en enseñanza de la ciencia (figura 9). En éste se encontró que los grupos 2 y 3 (donde se implementaron ambas aplicaciones) presentaron un aumento en las actitudes deseables de ambas dimensiones. No obstante, en la dimensión de Ansiedad en la enseñanza de la ciencia parece presentarse una tendencia positiva clara conforme a los semestres al haber un aumento gradual. Con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis se identificó que existían diferencias significativas entre los porcentajes de los semestres. A partir de las pruebas de hipótesis entre semestres (tabla 19) se encontró que existen diferencias significativas desde 6° y 7° semestres con los porcentajes de 3° y 4°.

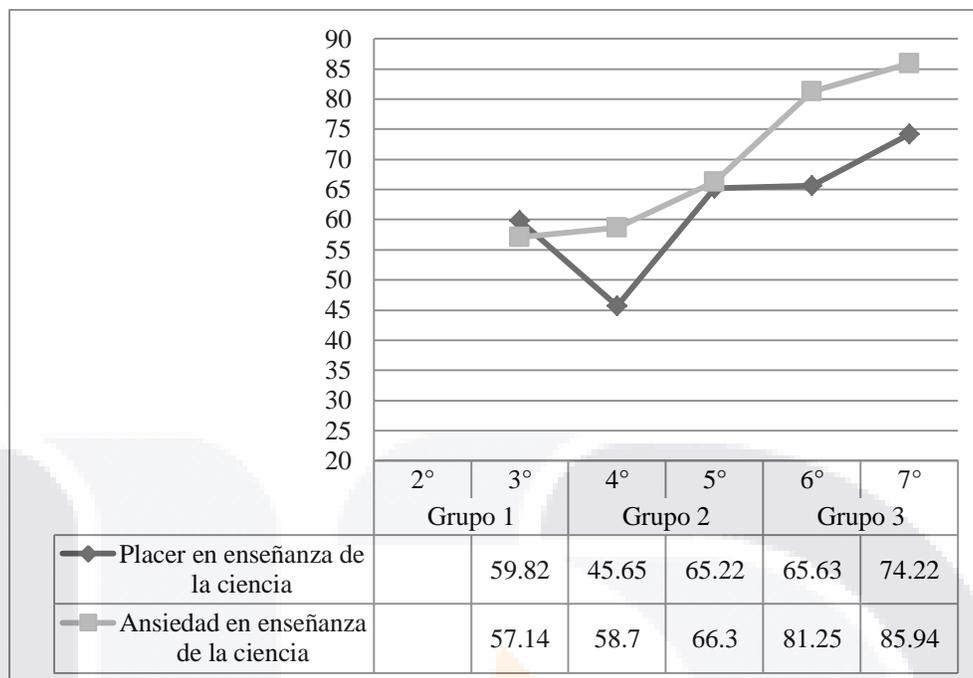


Figura 9. Resultados del componente afectivo en instrumento DAS

Tabla 19. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en dimensión de ansiedad en enseñanza de la ciencia

Semestre	3	4	5	6
2				
3				
4	0.992			
5	0.294	0.392*		
6	0.007	0.007	0.175	
7	0.002	0.001	0.083	0.526*

Sin asterisco = Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

* = Prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon

En la dimensión de placer en enseñanza de la ciencia no se aprecia una tendencia entre los semestres. Además, a partir de la prueba de Kruskal Wallis no se encontró evidencia de diferencias significativas entre los porcentajes de los semestres ($p=.140 > .05$).

Dentro del componente de control percibido (figura 10), en la dimensión de autoeficacia los tres grupos presentaron un aumento en sus actitudes deseables, no obstante el del grupo 1 es más marcado pues supera en su segunda aplicación a los porcentajes de

4°, 5° y 6° semestre. Por otro lado en los grupos 2 y 3 aparenta haber un crecimiento gradual del porcentaje en las actitudes.

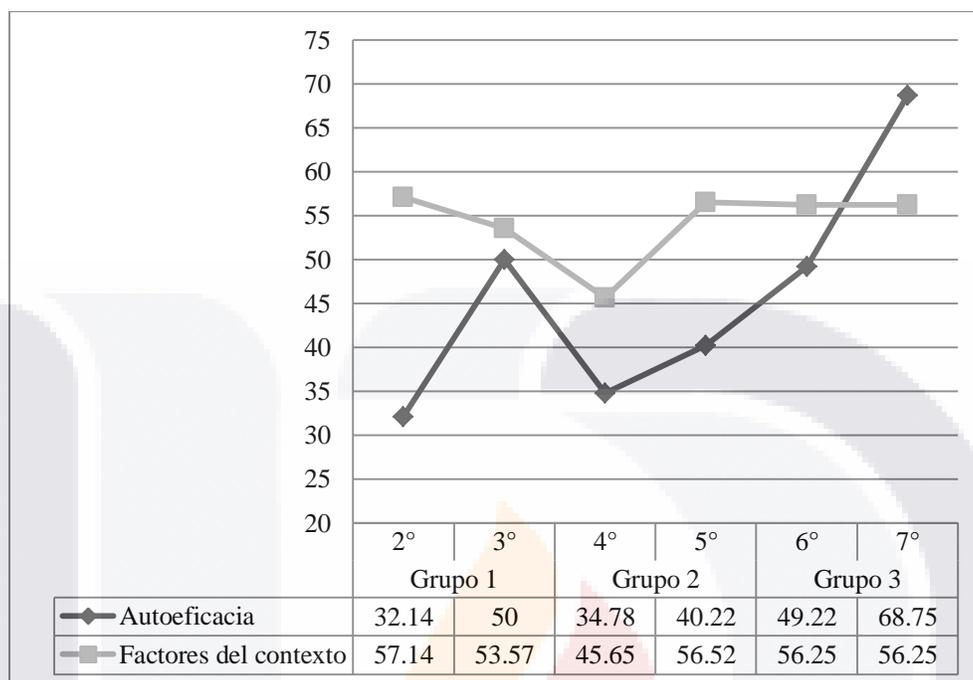


Figura 10. Resultados del componente de control percibido en instrumento DAS

Con la prueba de Kruskal Wallis se encontró que había diferencias significativas entre los porcentajes de los semestres ($p=0.001 < .05$). Se identificó que dichas diferencias son entre 7° semestre con todos los otros, y de 6° semestre con 2° (tabla 20). Además, se aprecia que el aumento en el porcentaje que tuvo el grupo 1, de 2° a 3° semestre, fue significativo.

Tabla 20. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis entre semestres en dimensión de autoeficacia

Semestre	2	3	4	5	6
2					
3	0.02*				
4	0.875	0.113			
5	0.362	0.316	0.601*		
6	0.040	0.970	0.103	0.301	
7	0.000	0.039	0.001	0.003	0.004*

Sin asterisco = Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

* = Prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon

La dimensión de factores de contexto presentó tendencias distintas en los tres grupos. No obstante, se aprecia que en la segunda aplicación los porcentajes de los tres grupos (3°, 5° y 7° semestre) fueron cercanos al 50%. A partir de la prueba de Kruskal Wallis no se encontró evidencia de diferencias significativas en los porcentajes entre los semestres ($p=.934>.05$). Las pruebas de rangos con signo de Wilcoxon tampoco presentaron evidencias de cambios significativos en los tres grupos.

5.3.2.2. Resultados de instrumento de actitudes de PISA.

En el porcentaje general del instrumento de actitudes de PISA ya se había señalado que no hubo evidencias de diferencias significativas entre los porcentajes de los semestres (véase apartado 5.3.2). Se llevaron a cabo pruebas de hipótesis en cada una de las escalas que conforman el instrumento, y de igual manera, en ninguna de éstas hubo evidencias de diferencias significativas en los porcentajes entre los semestres (tabla 21).

Tabla 21. Niveles de significancia observados en pruebas de hipótesis en escalas de instrumento de actitudes de PISA

Área	Escala	Chi-cuadrado	Sig.
Apoyo a la investigación científica	Valor general de las ciencias	5.565	.351
	Valor personal de las ciencias	6.903	.228
Autoconfianza como estudiantes de ciencias	Autoeficacia en ciencias	9.361	.095
Interés por las ciencias	Interés general por las ciencias	2.004	.849
	Disfrute de las ciencias	6.259	.282
Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis			

Al comparar los resultados entre las diversas escalas (figura 11) se aprecian las mismas tendencias en los tres grupos. Los resultados más altos se presentan en el área de Apoyo a la investigación científica, aunque se aprecia mayor porcentaje en el Valor general

de las ciencias que en el valor personal. En el área de Autoconfianza se presentan altos resultados en el Disfrute de las ciencias, pero bajos en el Interés general por la misma. Por último el área de Autoeficacia en ciencias fue donde se presentaron los resultados más bajos.

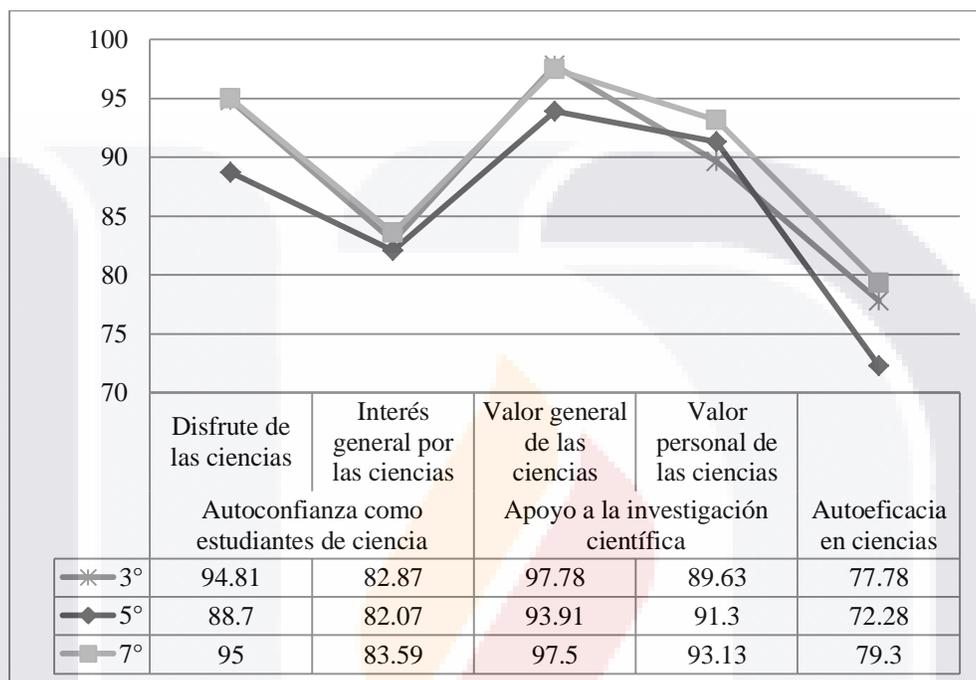


Figura 11. Resultados por escala en instrumento de actitudes de PISA

Se realizó un comparativo de los resultados de los tres grupos y los obtenidos en la aplicación de PISA en 2006, tanto a nivel nacional como en el promedio de países de la OCDE (figura 12). En éste se aprecia que los resultados de los grupos son superiores a los de México y también a los del promedio de la OCDE. En todas las escalas los porcentajes de los grupos son más cercanos a los de México. Por otro lado, las escalas de Disfrute de las ciencias, interés general por la ciencia y valor personal de las ciencias, son en las cuales los resultados del promedio de la OCDE se alejan más de los de México y de los de los tres grupos. Resalta además que los tres grupos presentan las mismas tendencias en la áreas que

los resultados de México, mientras que con el promedio de la OCDE solamente se observa en las áreas de Interés y Valor general de las ciencias.

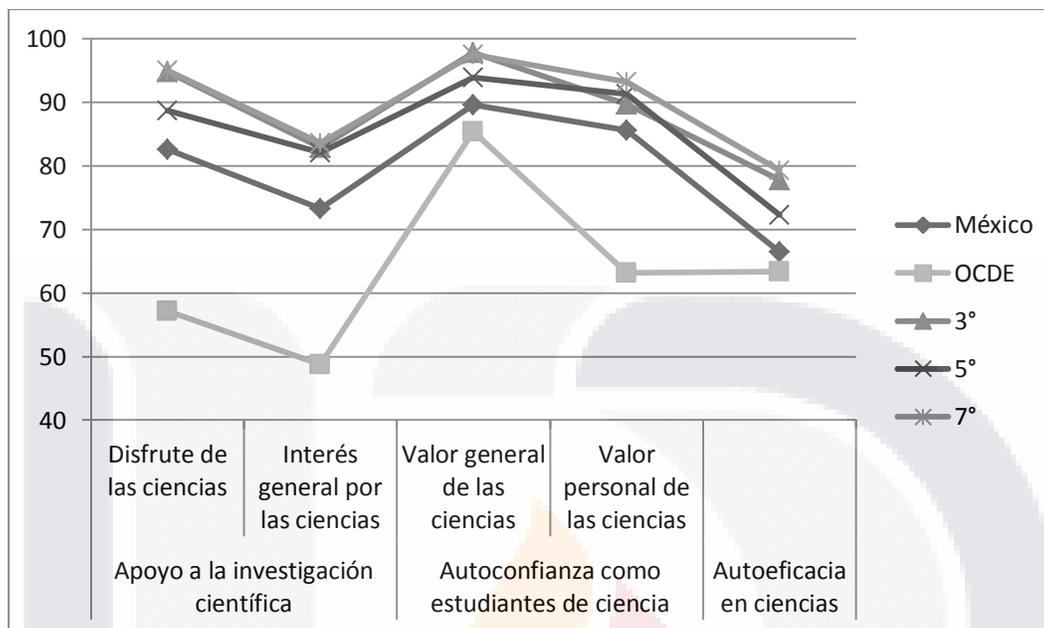


Figura 12. Comparativo por escalas de actitudes de PISA de docente en formación con resultados nacionales e internacionales en 2006

5.4. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia

5.4.1. Hallazgos de concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

- *El grupo 1 fue quien obtuvo un índice general global más alto, el cual fue significativamente mayor al de los grupos 2 y 3.*

Además de presentar el índice global general más alto, el grupo 1 fue el único que obtuvo un índice positivo. Seguido del grupo 1 se encuentra el grupo 3. Y finalmente el grupo 2 fue el que obtuvo el índice general global más bajo.

- *Los índices de categoría de los grupos fueron superiores en la categoría de Adecuadas, seguida de Ingenuas, y finalmente Plausibles.*

Los tres grupos presentaron un índice positivo en la categoría de Adecuadas. Por otro lado en las categorías de Ingenuas y Plausibles los índices resultaron negativos, siendo los resultados más bajos los de la categoría de Plausibles.

- *Hallazgos por Los tres grupos presentaron concepciones acertadas en la dimensión de Definición de CyT*

En ambas cuestiones que componen la dimensión (Definición de CyT e Interdependencia) los índices de los tres grupos fueron positivos. Aunque en el caso del grupo 2, en ambas cuestiones los índices estuvieron más cercanos al 0.

- *Se encontraron resultados contrarios en las cuestiones que conforman la dimensión de Influencia de la sociedad en la CyT*

En esta dimensión, mientras que en Política del país se encontraron índices positivos, la cuestión de Ética fue donde se presentaron los índices más bajos de todo el instrumento.

- *Todos los grupos presentaron índices positivos en la Dimensión de interacción C-TS.*

Esta dimensión fue además donde se obtuvo el índice más alto por parte del grupo 1.

- *En la mayoría de las cuestiones que abarcan la dimensión de Sociología interna de la CyT se obtuvieron índices negativos.*

En tres de las cuatro cuestiones que conforman la dimensión la mayoría de los grupos obtuvo índices negativos. Únicamente en la cuestión de Dimensión por consenso los tres grupos presentaron índices positivos.

- *En las dimensión de Epistemología de la ciencia los índices de todas las cuestiones fueron negativos o cercanos al 0.*

En las cuestiones de Modelos y Método científicos los tres grupos presentaron índices negativos, mientras que en la cuestión de Provisionalidad , éstos fueron muy cercanos al 0.

5.4.2. Resultados de instrumento sobre concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

Para el análisis de resultados del COCTS únicamente se utilizó la información de la segunda aplicación, ya que hubo problema técnicos en la primera que llevaron a que la información obtenida no fuera confiable. Por tal motivo, se hace un análisis comparativo de los grupos en 3º, 5º y 7º semestre, a partir de los índices que brinda el instrumento: por cuestión (índice global de actitud), por categoría, y el índice global ponderado.

El índice Global Ponderado (figura 13) es un indicador general de las concepciones de los estudiantes sobre ciencia y tecnología y qué tan cerca están de las que el consenso de científicos señala como las más acertadas. Los tres grupos tuvieron índices muy cercanos al 0, sin embargo, el grupo 1 fue el único que presentó un índice positivo, es decir, más cercano al consenso de científicos. Por otro lado, el grupo 2 fue el más alejado a dicho consenso. A partir de una prueba paramétrica ANOVA de un factor se identificaron diferencias significativas entre los índices de los tres grupos ($p=.002<.05$). Con pruebas T para dos muestras independientes se logró identificar que el índice del grupo 1 es significativamente mayor a los índices de los grupos 2 y 3 ($p=.002<.05$; $p=.007<.05$), mientras que entre los dos últimos no hubo evidencia de diferencias significativas ($p=.217>.05$).

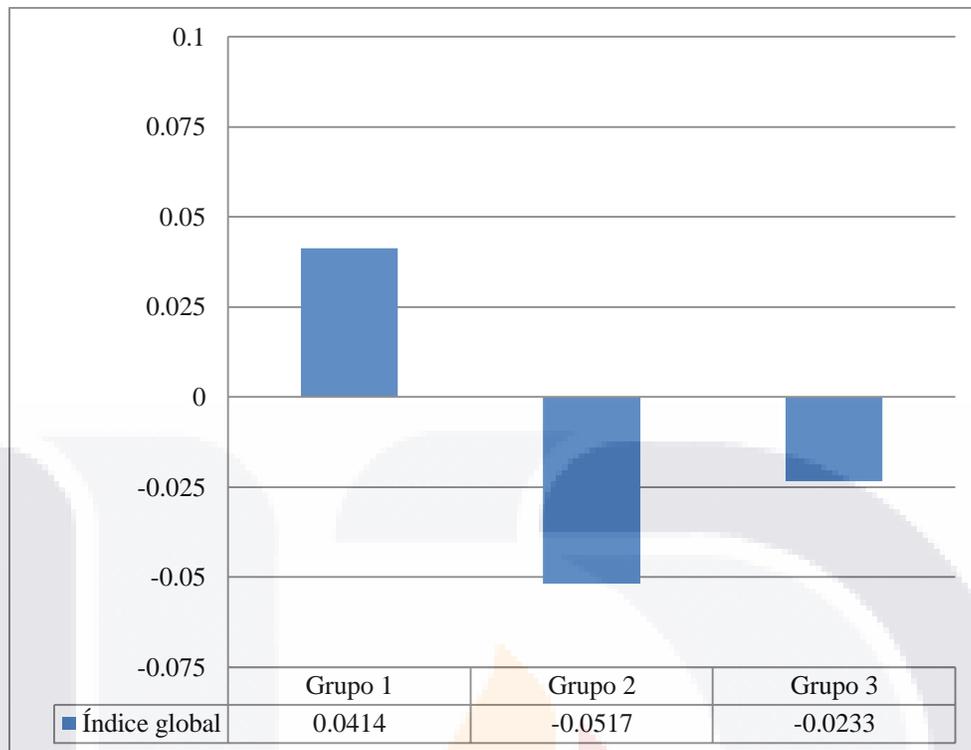


Figura 13. Índice global Ponderado por semestre de instrumentos COCTS

Los índices de categoría obtenidos por grupo (figura 14) permiten identificar las concepciones de los estudiantes dependiendo de la categoría a la que corresponde la frase, es decir, el que una frase corresponda a una actitud adecuada, plausible o ingenua con respecto a la ciencia y la tecnología es indicador también de qué tan cerca estará o no el estudiante de las actitudes del consenso de científicos.

Los grupos presentan las mismas tendencias en las tres categorías. La categoría de Adecuadas es la única en la que los índices fueron positivos, lo cual indica un mayor acercamiento al consenso de científicos. Le sigue la categoría de Ingenuas con índices positivos más cercanos al 0, mientras que la categoría de Plausibles presenta los índices más bajos. En las tres categorías nuevamente el grupo 1 es el que presenta los índices más cercanos al consenso de científicos, pues en la categoría de Adecuadas es el que presenta el

índice más alto, mientras que en las otras dos categorías sus índices negativos son los más cercanos al 0.

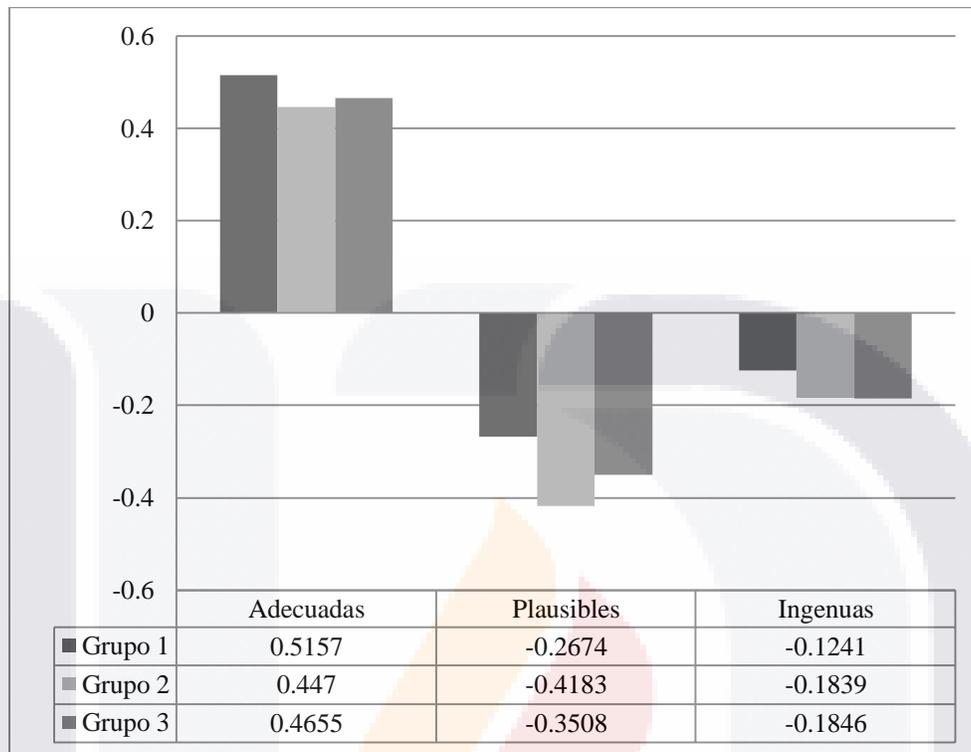


Figura 14. Índices de categorías por semestre de instrumento COCTS

El índice global por cuestión (índice global de actitud) se obtuvo de cada una de las 15 cuestiones que conforman el cuestionario COCTS, que representan los 15 temas que se abordan en éste (figura 15). Los resultados de éstos fueron similares entre los grupos en la mayoría de los casos.

En la dimensión de Definición de CyT los tres grupos presentaron índices positivos. Lo mismo se encontró en la dimensión de Interacción de CyT donde los índices fueron de los más altos del instrumentos. En la dimensión de Influencia de CyT en la sociedad, esto solo se presentó en Responsabilidad social/Contaminación donde se presentaron índice altos en los tres grupos, mientras que en las otras dos cuestiones de la dimensión los índices fueron distintos entre los grupos.

En el análisis por cuestión o tema, resaltan los de la dimensión de Influencia de la sociedad en la CyT, pues mientras en el tema de Política de país se presentan unos de los índices más altos en los tres grupos, en el tema de Ética se presentan los índices más bajos de todo el instrumento. La dimensión de Definición de CyT es la única que no presenta índices negativos en ninguno de los grupos, mientras que en la dimensión de Sociología interna de la CyT es donde se presentó mayor cantidad de Índices negativos en sus dimensiones.

Por último, en la dimensión de Epistemología en las cuestiones de Modelo y Método científico los tres grupos presentaron índices negativos, mientras que en la de Provisionalidad, los índices fueron muy cercanos al 0 al no superar el 0.01 en ninguno de los tres grupos.

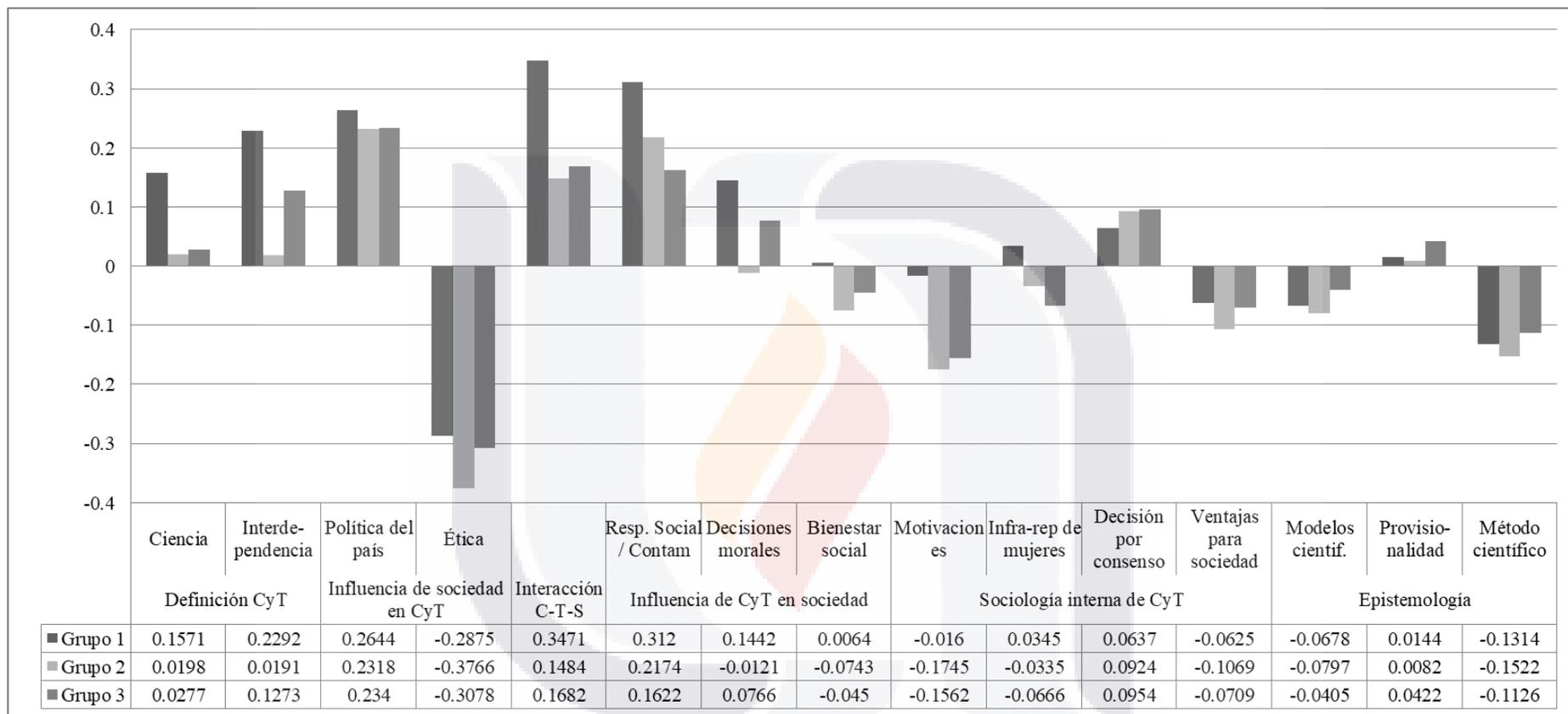


Figura 15. Índices de cuestiones por semestre en instrumento COCTS

VI. Discusión y conclusiones

En este apartado se discuten los hallazgos encontrados de cada uno de los tres aspectos analizados en el proyecto. Se busca dar respuesta dentro del mismo a las preguntas de investigación planteadas en el tema de estudio. Posteriormente se señalan las consideraciones del proyecto, así como las perspectivas futuras que pueden darse a partir del mismo.

6.1. Conocimiento del contenido

De los tres elementos que conforman el conocimiento del contenido según Grossman (1990, en Carlsen, 2002), únicamente se evaluó el aspecto de contenido, es decir, de información objetiva de los temas de la disciplina. No obstante, éste aspecto se evaluó a distinto nivel en cada instrumento. En EXCALE se evaluaron contenidos del currículo de Educación Primaria de 1993; en PISA se evaluaron contenidos para estudiantes que pasaron por toda la educación básica y se evalúa no sólo su dominio, sino su aplicación en diversas situaciones; ATLAST por otro lado, evaluó el dominio específico del tema de flujo de materia y energía en sistemas vivos.

Al comparar los resultados de los tres instrumentos, se encontró que los estudiantes demostraron tener un mayor dominio de los contenidos de educación básica enmarcados en el Plan de estudios de 1993. Posterior a éste fueron sus conocimientos sobre los contenidos de educación básica y la aplicación de éstos en diversas situaciones. Finalmente el conocimiento de menor dominio por parte de los estudiantes fue el de flujo de materia y energía en sistemas vivos.

Si bien, los tres tipos de conocimientos son importantes para la enseñanza, podría decirse que era esperado que se tuviera un mayor conocimiento de contenidos de primaria, pues, además de ser los que abordan dentro de la formación inicial, también son los de

menor complejidad al ser contenidos factuales del currículo. Por otro lado, los contenidos de PISA, aunque se abordaron durante la educación básica, la mayoría ya no se siguen abordando en formación inicial para educación primaria. Finalmente, el contenido de flujo de materia y energía no se aborda en México de la misma forma ni se ve a tal profundidad.

Además, en los contenidos evaluados en las pruebas PISA y ATLAST no se encontró evidencia de que algún grupo hubiera incrementado su conocimiento. Tampoco se encontró evidencia de que los grupos superiores tuvieran mayor conocimiento de éstos contenidos que los grupos en semestres inferiores. El cambio en estos dos tipos de contenido no se podría esperar en la formación puesto que los temas que se ven son apegados al currículo de educación primaria, por lo que no se abordan directamente todos los que se evaluaron en la prueba PISA. La prueba pudo resultar de ayuda complementaria si en ésta se presentaran contenidos similares a los de EXCALE ya que no solo se evalúa su dominio factual, sino también su aplicación, así como el uso de estos en procesos de la competencia científica como el uso de evidencia científica, que hace referencia a las estructuras sintácticas del conocimiento del contenido.

Con respecto a ATLAST, si bien el tema forma parte del currículo de educación primaria, no se aborda éste con tanta profundidad, por lo que tal vez los estudiantes tengan dominio del mismo pero no de la forma en que se espera en el instrumento. Los resultados y estructura de la prueba ATLAST son principalmente de ayuda para poner mayor atención en la profundidad con la que deben abordarse los contenidos.

Kennedy (1998) señala que debe hacerse una aclaración en cuanto a la calidad y la cantidad del conocimiento del contenido, pues “más no es siempre mejor”. La autora señala que un dominio de los contenidos del currículo a profundidad es más importante que dominar más contenidos que los señalados en el mismo. Esto puede ayudar a replantear el

currículo de ciencias de educación primaria, el cual Guerra Ramos (2012) señala como excesivamente cargado de contenido. A partir de esto se puede considerar que es mejor un currículo con pocos contenidos pero que los docentes puedan conocer a profundidad, que uno con demasiados contenidos del cual se domina solamente lo básico.

Un conocimiento adecuado del contenido de ciencia no solamente implica el dominio de los conceptos y hechos factuales (contenido) que fue lo que se evaluó únicamente en este proyecto. Para que éste sea completo y realmente permita al docente una enseñanza efectiva es necesario una organización conceptual de los diversos contenidos (estructuras sustantivas) y el dominio de las formas a partir de las cuales dicho conocimiento es construido (estructuras sintácticas) (Rollnick y Muvhanga, 2016). Un tratamiento más detallado de los contenidos permitiría desarrollar estos aspectos, lo cual sería más sencillo si dichos contenidos fueran pocos.

Por otro lado, en EXCALE, el grupo 1 fue el único que presentó un aumento significativo en el conocimiento de los contenidos evaluados en esta prueba. A pesar de ser el grupo con menor tiempo en formación inicial, los conocimientos que demostraron al término del 3° semestre fueron superiores a los de los grupos 2 y 3, los cuales ya han estado más tiempo en formación inicial, y quienes además presentaron tendencias negativas.

Este resultado resulta importante si se compara con lo señalado en la investigación. Van Driel, Berry y Meirink (2014) señalan que el docente va incrementando su conocimiento del contenido con la práctica docente. En este proyecto los grupos 2 y 3, que llevan más tiempo en formación inicial y han trabajado más tiempo en el aula, en el trayecto formativo de práctica profesional (SEP, 2012), presentan menos conocimiento del contenido que los estudiantes del grupo 1 que únicamente han tenido un semestre de práctica.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Tal vez la forma en que se aborda la enseñanza en el Plan de Estudios pueda haber influido en los resultados de los grupos. En su revisión de investigación Wilson, Floden, & Ferrini-Mundy (2001) señalan que el conocimiento del contenido se ve mayor reforzado durante la práctica cuando viene acompañado de una reflexión sobre el mismo una vez que se aplicó en el aula. No obstante, la revisión del trayecto formativo de práctica profesional en el programa nos llevó a identificar que en éste se favorece la cuestión pedagógica y ya no se aborda el tratamiento de los contenidos una vez que regresan de la práctica docente. Por otro lado, el grupo 1, aunque comenzó recientemente sus prácticas, al tener los cursos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, puede llevar una reflexión de los contenidos que aplicó en la primaria al llegar a la escuela normal.

Lo señalado anteriormente es una suposición de lo que la teoría señala que permite el desarrollo del conocimiento del contenido y que empata con los resultados encontrados. No obstante, no pueden hacerse aseveraciones, pues los resultados de los grupos pueden deberse a diversos factores. Si los grupos 2 y 3 se hubieran analizado desde semestres anteriores se hubiera tenido mayor información para identificar si tal vez hubo cambios en sus conocimientos durante los cursos, así como sucedió en el grupo 1.

Independientemente de los cambios, al comparar los resultados obtenidos por los tres grupos en los contenidos evaluados en EXCALE con los resultados de los estudiantes de educación primaria se encontró que en los tres conjuntos de contenidos de la prueba EXCALE los estudiantes de formación inicial superaron al promedio nacional y a los estudiantes de los estratos urbano público y privado, que fueron los que obtuvieron mejores resultados en la aplicación de 2009.

Lo mismo se encontró en el caso de los reactivos evaluados de PISA, donde también se compararon los resultados de los tres grupos con los de México y el promedio de los

países de la OCDE. En este comparativo se encontró que los estudiantes de formación inicial superan a los resultados de la OCDE, o los igualan en pocos casos. Aunque superan en un mayor porcentaje a los resultados obtenidos por los estudiantes de México.

Las principales conclusiones obtenidas en investigación han llevado a señalar que los problemas, tanto de comprensión como conceptuales de los docentes en ciencias, suelen ser similares a los de los estudiantes (Wandersee, Mintez, y Novak, 1994, en Van Driel, Berry y Meirink, 2014). Flores-Camacho analizó estudios hechos en México y llegó a las mismas conclusiones con los docentes del país. El comparativo realizado en este proyecto no refleja la situación con respecto a los problemas de concepción, sin embargo permite identificar que, en los contenidos evaluados, los docentes tienen un mayor dominio que los niños de primaria, aunque no significa que el dominio que tienen de dichos contenidos sea el suficiente para la enseñanza efectiva de ciencias.

Como conclusión final sobre el conocimiento del contenido, no podemos establecer un criterio positivo o negativo con respecto al nivel de dominio de los contenidos evaluados que tenían los estudiantes al inicio, pues no existe un criterio para definir cuánto es lo adecuado para la enseñanza de la ciencia. Sin embargo, podemos señalar que los resultados de los contenidos evaluados dentro de este conocimiento fueron superiores a los de los estudiantes mexicanos.

El que en el grupo 1 haya habido un aumento significativo mientras que en los otros dos grupos hubo una disminución podría indicar que la simple práctica docente no es suficiente para el desarrollo del conocimiento del contenido y que la sola enseñanza de la asignatura no es suficiente para una mejora en el conocimiento del contenido. Ésta debe ir acompañada de una reflexión sobre el tema y lo que se está haciendo con respecto a su enseñanza. Es necesario que después de 3° semestre aún se tengan espacios en los cuales se

reflexione específicamente sobre cada una de las asignaturas para que no suceda lo que se aprecia en estos resultados: un decremento en el conocimiento del contenido de ciencias por parte de los estudiantes.

Finalmente, con respecto a las dos competencias específicas del programa que abordan el conocimiento del contenido (SEP, 2013b; SEP, 2013a), no tenemos resultados que nos permitan identificar si se están cumpliendo o no, ya que éstas evalúan las estructuras sustantivas y sintácticas, y en este proyecto únicamente se evaluó el contenido.

6.2. Actitudes hacia la ciencia

Se evaluaron las actitudes que tienen los estudiantes hacia la ciencia (actitudes personales), y también sus actitudes hacia la enseñanza de la misma (actitudes profesionales). En los tres grupos se encontró que los estudiantes tienen actitudes más positivas hacia la ciencia que hacia su enseñanza. No obstante, en las dos actitudes, los grupos presentaron aumento, aunque no significativo en ninguno.

El que tengan actitudes positivas hacia la ciencia es importante, pues como señalan Jones y Leagon (2014) las actitudes influyen en las prácticas de enseñanza de ciencia de los docentes, precediendo en algunos casos al conocimiento del contenido. Sin embargo, no se encontró evidencia de que hubiera cambios en las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes durante el año. Tampoco de que hubiera diferencias entre las actitudes de los grupos, independientemente del tiempo que llevan en la formación inicial. Esto podría ser un indicativo de que los estudiantes presentan desde un inicio actitudes positivas hacia la ciencia y que ya estando en la formación inicial presentan pocos cambios en las mismas.

El comparativo con los resultados de PISA del año 2006 puede ayudar a reforzar un poco esta suposición, pues se encontró que los futuros docentes presentan las mismas

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

tendencias en las diferentes escalas evaluadas a las de los resultados de México, aunque con resultados superiores. Por otro lado éstas son distintas a las del promedio de la OCDE.

El que tengan actitudes más positivas que los estudiantes de educación básica podría considerarse como un aspecto rescatable, pues la investigación señala que los docentes suelen transmitir a sus estudiantes sus actitudes hacia la ciencia a partir de sus prácticas y actitudes dentro de la misma (Osborne, Simon, & Collins, 2003). Por tal motivo, si cuentan con actitudes más positivas podrían lograr que también en sus alumnos de primaria se vieran incrementadas.

En las actitudes hacia la enseñanza de la ciencia tampoco se encontró evidencia de que hubiera cambios en los estudiantes durante el año. Sin embargo, sí se encontraron diferencias entre los semestres. En ambas aplicaciones, las actitudes positivas hacia la enseñanza de la ciencia de los estudiantes del grupo 3 fueron significativamente superiores a las de los grupos 1 y 2. Estos resultados nos podrían indicar que los estudiantes incrementan sus actitudes positivas hacia la enseñanza de la ciencia conforme avanzan en la formación, sin embargo, no se puede asegurar pues la construcción y el cambio en las actitudes de los docentes depende de un conjunto de factores entre los que se encuentran los conocimientos y experiencias previos, la autoeficacia, así como el contexto sociocultural del docente y la escuela (Jones y Leagon, 2014).

Los resultados más significativos se dieron dentro de los diversos componentes de las actitudes:

- *Relevancia de las ciencias en la educación:* Inicialmente los estudiantes de los grupos 2 y 3 tenían actitudes más positivas con respecto a la importancia de la enseñanza de la ciencia en la educación. No obstante, para la segunda aplicación

éstas disminuyeron en el grupo 3, mientras que en el grupo 1 aumentaron. Lo cual llevó a que ya no se presentaran diferencias entre las actitudes de ambos grupos.

- *Dificultades hacia la enseñanza de la ciencia:* Los estudiantes del grupo 2 son los que consideran más difícil enseñar ciencia y que ésta es más complicada por sobre otras asignaturas. Los estudiantes del grupo 3 son los que presentan mayor cantidad de estudiantes en desacuerdo con este señalamiento.
- *Creencias estereotipadas de género:* Aunque el cambio no fue significativo, se rescata que en los tres grupo hubo un aumento en el número de estudiantes que está de acuerdo en que los hombres tienen mayor interés y placer al trabajar en el área de ciencias que las mujeres. No se presentaron evidencias de que estas actitudes fueran distintas entre los grupos
- *Placer y ansiedad en enseñanza de la ciencia:* En los grupos 2 y 3 hubo un aumento en el número de estudiantes que tienen sentimientos de placer y disfrutan enseñar ciencia. Por el contrario, disminuyeron sus sentimientos de estrés y nervios durante la enseñanza. El grupo 3 es donde se encontró un mayor número de estudiantes con actitudes deseables en ambos aspectos.
- *Autoeficacia:* En los tres grupos hubo un aumento en el número de estudiantes que se consideran con capacidad para impartir ciencia y resolver los problemas que se presenten en el aula. Para la segunda aplicación, el grupo 3 fue en el que se presentó un mayor número de estudiantes con estas actitudes deseables.
- *Factores de contexto:* En esta dimensión no se encontró evidencia de que hubiera diferencias entre los grupos en cuanto a la importancia de contar con materiales didácticos y de tener una estrategia específica para impartir ciencia. Para la segunda

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

aplicación en los tres grupos los alumnos que consideraron esto como importante rondaban el 50% del grupo.

Los resultados dentro del aspecto de actitudes nos permiten señalar que durante la formación inicial docente tal vez sí se presenten cambios en las mismas, más no en las dos actitudes analizadas en el proyecto. En los cursos de ciencia del Plan de estudios se busca principalmente el desarrollo de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes. Sin embargo, los resultados permitieron identificar que éstas no incrementaron significativamente durante la formación.

Por otro lado, las actitudes hacia la enseñanza de la ciencia, que en ningún punto del Plan de Estudios se mencionan, fueron distintas entre los grupos, lo cual podría indicar que tal vez durante la formación inicial éstas se fueron incrementando conforme se fue avanzando de semestre.

6.3. Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia

En las concepciones hacia la enseñanza de la ciencia se encontró que, en general los estudiantes de los tres grupos tienen concepciones muy alejadas del consenso de científicos. Incluso en algunos grupos, las concepciones son contrarias a las consensuadas. Este hallazgo reafirma lo señalado por Acevedo (2008) quien a partir de la revisión de investigación menciona que los estudiantes, en general, no tienen creencias adecuadas sobre la NdC.

Nuevamente volvió a resaltar el grupo 1. De manera global se encontró que los estudiantes de este grupo son los que tienen concepciones hacia la enseñanza de la ciencia más cercanas a las que tiene el consenso de científicos con respecto a la NdC. Además, fue el único grupo que presentó de manera global concepciones acertadas, ya que en los otros

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

dos grupos los resultados globales indicaron que pueden presentar concepciones contrarias a las del consenso.

Este hallazgo fue distinto al encontrado en el estudio realizado por Callejas y Mendoza (2007), donde los estudiantes veteranos, con más tiempo en formación inicial, presentaron concepciones menos adecuadas que los jóvenes con menos tiempo en formación, aunque no se encontraron diferencias significativas. En este caso fue el grupo con menor tiempo el que presentó concepciones más acertadas, y sus diferencias fueron significativas a las de los grupos con mayor tiempo en la institución. La misma situación se presentó en los índices por categoría y por cuestión.

El nivel de cercanía al consenso depende también de la postura en que se expresa la concepción sobre NdC. Se encontró que los estudiantes de los tres grupos tienen mayor nivel de acuerdo con el consenso de científicos cuando se presenta una concepción que es adecuada con respecto a la ciencia. No obstante, el desacuerdo es mayor cuando se presenta una cuestión ingenua o plausible con respecto a la ciencia.

En los aspectos epistemológicos de la NdC se encontró que los estudiantes tienen concepciones contrarias al consenso de científicos, principalmente en los modelos científicos y el método científico, a pesar de que ambas cuestiones se mencionan en el saber sobre ciencia que se busca desarrollar en los cursos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias del Plan de Estudios (SEP, 2013; 2013a), que los estudiantes tuvieron durante 2° y 3° semestre.

Las cuestiones sociológicas de la ciencia también se señalan dentro del Plan de estudios (SEP, 2013; 2013a). Sin embargo se presentaron concepciones acertadas de los estudiantes en algunos aspectos de éstas. Los estudiantes tienen concepciones adecuadas con respecto a la interacción entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, y en la influencia

que la CyT tiene en la sociedad. No obstante, en la mayoría de los temas relacionados con la sociología interna de la CyT los estudiantes presentaron concepciones contrarias a las del consenso de científicos.

En los temas de la influencia de la sociedad en la CyT los estudiantes tienen concepciones muy contradictorias. En los tres grupos se observó que los estudiantes tienen concepciones acertadas sobre la política de los países y su influencia en la CyT, no obstante, el aspecto de la ética es donde tuvieron las concepciones más alejadas del consenso de científicos en todo el instrumento. Éste resultado en Ética resalta pues, aunque los autores del instrumento no lo señalen como aspecto que se evalúa, la ética forma parte de los aspectos filosóficos. En las competencias específicas de los cursos para la enseñanza y el aprendizaje de ciencia (SEP, 2013; 2013a) no se hace mención de este aspecto, sin embargo los resultados en el instrumento demuestran que sería muy necesario también considerarlo.

Con respecto a las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, no podemos establecer conclusiones sobre el cambio en éstas ya que únicamente se utilizaron los resultados de una aplicación. Sin embargo, con éstos fue posible apreciar nuevamente que el grupo con menor tiempo en formación inicial fue en el que los estudiantes presentan concepciones más acertadas. No obstante, aunque no haya un criterio, los resultados tampoco fueron tan alentadores si se considera que su índice fue muy cercano a 0.

Los resultados de este proyecto nos permiten señalar que los estudiantes evaluados no tienen las concepciones adecuadas sobre naturaleza de la ciencia, e incluso presentan concepciones contrarias en varios casos. Por tal motivo, durante los cursos de ciencia no se está cumpliendo completamente la competencia específica que busca desarrollar estas

concepciones en los estudiantes. Es necesario reformular la forma en que se están abordando para que haya un cambio significativo en los estudiantes.

6.4. Consideraciones y perspectivas futuras

Como conclusión principal del estudio, se puede señalar que efectivamente se encontraron diferencias en los resultados entre los grupos con distinto tiempo en formación inicial, aunque no en todos los aspectos se presentaron las tendencias deseadas. En el caso del conocimiento del contenido y las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, existen diferencias marcadas que podrían indicar que el tiempo durante la formación inicial tal vez no influye en éstos, o que pueden existir otras variables que influyan en mayor cantidad en sus resultados. Otros, como las actitudes hacia la enseñanza podrían presentar evidencia de que su paso por la formación inicial ha influido en las mismas.

La mayoría de las conclusiones realizadas a partir de este proyecto quedan solamente en un nivel de suposición, al compararse con lo señalado en la investigación. No obstante, por la forma en que se abordó el estudio no pueden establecerse realmente relaciones entre la formación inicial docente y los cambios en los estudiantes en los tres aspectos analizados. Un estudio que realmente analice esto se debe enmarcar dentro de la línea de efectos de la formación inicial docente.

Las investigaciones dentro de esta línea tienen como objetivo principal explicar los efectos que tienen cada uno de los aspectos de los programas de formación inicial docente en las competencias profesionales de los futuros profesores, especialmente a largo plazo. En los estudios se busca demostrar, describir, explicar, y ayudar a optimizar, la relación entre la formación inicial y el desempeño profesional que el docente manifiesta y desarrolla a lo largo de su carrera (Brouwer, 2010).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para lograr este objetivo se debe abordar la investigación desde perspectivas que se enfoquen en las relaciones que se presentan entre todos los componentes que conforman la formación inicial docente como un sistema social. Para llegar a estas explicaciones, el modelo ecológico de Bronfenbrenner proporciona una teoría orgánica congruente con la complejidad señalada con respecto al aprendizaje del docente (Brouwer, 2010).

La línea sugiere seguir a los estudiantes a partir de un estudio longitudinal, desde el inicio de la formación inicial docente hasta el segundo año de servicio, o preferiblemente más. Durante éste tiempo se debe hacer uso de instrumentos estandarizados para recopilar la información sobre antecedentes, acciones y los diversos aspectos a evaluar en los estudiantes, pero también de análisis a profundidad donde se analice la enseñanza y sus efectos (Brouwer, 2010).

Si se aprecia lo que la investigación señala como necesario para un estudio de esta línea, se puede identificar que este proyecto de investigación solamente constituye a una parte y un momento de lo que sería ideal realizar. Además, hay que considerar los instrumentos utilizados, y las evidencias de validez y confiabilidad que deben realizarse para poder considerar la información como relevante, lo cual no se pudo realizar en este estudio.

A pesar de sus limitantes, este proyecto puede considerarse como un estudio seminal que puede abrir la puerta para analizar con detenimiento tanto los tres aspectos analizados en su conjunto, como cada uno de estos por separado. La información obtenida por sí misma permite dar respuesta principalmente a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué relaciones que existen entre el conocimiento del contenido, las actitudes y las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los estudiantes?

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- ¿Qué relación hay entre cada uno de los tres aspectos y las características personales y académicas de cada grupo?
 - ¿Qué tan válidos y confiables son los instrumentos utilizados?

Además, futuras temáticas pueden considerarse a partir de esta investigación de forma complementaria. De esta investigación pueden llevarse a cabo estudios tanto de los tres aspectos en su conjunto, o analizando cada uno por separado. Lo importante es continuar con la investigación de la formación inicial docente en ciencias, pues es un campo de investigación poco abordado en México, y brindar la apertura de que ésta se aborde desde diferentes enfoques, que lleve a una información más completa sobre la situación de México al respecto y cómo mejorarla.

Bibliografía

- Aalderen-Smeets, S., van der Molen, J., & Asma, L. (2012). Primary Teachers' Attitudes Toward Science: A New Theoretical Framework. *Science Education*, 96(1), 158-182.
- Aalderen-Smeets, S., & van der Molen, J. (2013). Measuring Primary Teachers' Attitudes Toward Teaching Science: Development of the Dimensions of Attitude Toward Science (DAS) Instrument. *International Journal of Science Education*, 35(4), 577-600.
- Acevedo-Díaz, 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), 133-169.
- Aikenhead, G., & Ryan, A. (1992). The Development of a New Instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Bartos, S., Lederman, J., & Lederman, N. (2014). Teachers' Reflections on Their Subject Matter Knowledge Structures and Their Influence on Classroom Practice. *School Science and Mathematics*, 114(3), 125-138.
- Ben-Peretz, M., & Lotan, R. (2010). Social and Cultural Influences on Teacher Education. En P. Peterson, E. Baker, & B. Mc Graw (Edits.), *International Encyclopedia of Education* (Tercera ed., págs. 525-530). Amsterdam: Elsevier-Academic Press.
- Bennassar, A., García-Carmona, A., Vázquez, Á., & Manassero, M. (2007). 1. Introducción: Educación científica y naturaleza de la ciencia. En A. Bennassar, Á. Vázquez, M. Manassero, & A. García-Carmona, *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia* (págs. 15-24). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.

Bennàssar, A., García-Carmona, A., Vázquez, Á., & Manassero, M. (2007). 2. Metodología del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS). En A. Bennàssar, Á. Vázquez, M. Manassero, & A. García-Carmona, Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia (págs. 25-37). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.

Ben-Peretz, M., & Lotan, R. (2010). Social and Cultural Influences on Teacher Education. En P. Peterson, E. Baker, & B. Mc Graw (Edits.), International Encyclopedia of Education (Tercera ed., págs. 525-530). Amsterdam: Elsevier-Academic Press.

Bernal, I., & Valbuena, E. (2011). Estructura sustantiva y sintáctica del conocimiento biológico. Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología (págs. 297-310). Bogotá: Edición Extraordinaria.

Brouwer, C. N. (2010). Determining Long Term Effects of Teacher Education. En P. Peterson, E. Baker, & B. Mc Graw (Edits.), International Encyclopedia of Education (Tercera ed., págs. 503-510). Amsterdam: Elsevier-Academic Press.

Callejas, M., & Mendoza, E. (2007). 6. Diferencias en la comprensión de la NdCyT entre profesores en formación que inician la universidad y los que finalizan su grado. En A. Bennàssar, A. Vázquez, M. Manassero, & A. García-Carmona, Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia (págs. 89-100). Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.

Candela, A., Carvajal, E., Sánchez, A., & Alvarado, C. (2012). La investigación en las aulas de ciencias y la formación docente. En F. Flores-Camacho (Coord.), La

- enseñanza de la ciencia en la educación básica en México (págs. 33-56). México, D.F.: INEE.
- Carlsen, W. (2002). 5. Domains of teacher knowledge. En J. Gess-Newsome, & N. Lederman (Edits.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (págs. 133-144). Estados Unidos: Kluwer Academic Publishers.
- Cuéllar, Z., Rodríguez, L., & Garritz, A. (2015). Las grandes ideas sobre biodiversidad y la ReCo de un estudiante-profesor. Visita de una profesora de la Universidad Surcolombiana. *Educación Química*, 26(1), 2-8.
- Davis, E. A. (2003). Knowledge Integration in Science Teaching: Analysing Teachers' Knowledge Development. *Research in Science Education*, 34, 21-53.
- De la Peña, J. (abril-junio de 2005). La percepción pública de la ciencia en México. *Ciencias*, 78, 30-36.
- Deng, Z. (2007). Transforming the Subject Matter: Examining the Intellectual Roots of Pedagogical Content Knowledge. *Curriculum Inquiry*, 37(3), 279-295.
- Feiman-Nemser, S. (2008). Teacher learning. How do teacher learn to teach? En M. Cochran-Smith, S. Feiman-Nemser, J. McIntyre, & K. Demers, *Handbook of Research on Teacher Education: Enduring Questions in Changing Contexts* (Tercera ed., págs. 697-705). Estados Unidos: Routledge.
- Flores-Camacho, F. (2012). Conocimientos, concepciones y formación de los profesores. En F. Flores-Camacho (Coord.), *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México* (págs. 113-128). México, D.F.: INEE.
- Flores-Camacho, F. (2012a). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica de México*. México: INEE.

- Garritz, A., & Trinidad-Velasco, R. (Abril de 2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación Química*, 15(2), 2-6.
- Gess-Newsome, J. (2002). 1. Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. En J. Gess-Newsome, & N. Lederman (Edits.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (págs. 3-17). Estados Unidos: Kluwer Academic Publishers.
- Guerra Ramos, M. T. (2012). El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes. En F. Flores-Camacho (Coord.), *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México* (págs. 79-92). México, D.F.: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Guerra Ramos, M. T., García Horta, J. B., Balderas Robledo, R. G., & Pulido Córdoba, L. G. (2013). Investigación sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en educación superior. Periodo 2002-2011. En A. Ávila, A. Carrasco Altamirano, A. A. Gómez Galindo, M. T. Guerra Ramos, G. López Bonilla, J. L. Ramírez Romero, & Coor., *Una década de investigación educativa en conocimientos disciplinares en México (2002-2011): Matemáticas, ciencias naturales, lenguaje y lenguas extranjeras* (págs. 219-249). México D.F.: COMIE-ANUIES.
- Harlen, W. (1998). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata S. L. / Ministerio de Educación y Cultura.
- Horizon Research, Inc. (2011). *ATLAST Flow of Matter and Energy Teacher Assessment*. User manual. Horizont Research, Inc.
- INEE. (2005). *Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos (Excale): nueva generación de pruebas nacionales. Los temas de la evaluación, colección de folletos(7)*.
- INEE. (2007). *PISA 2006 en México*. México, D. F.: INEE.

- INEE. (2013). El aprendizaje en sexto de primaria en México. Informe sobre los resultados del Excale 06, aplicación 2009. Español, Matemáticas, Ciencias Naturales y Educación Cívica. México: INEE.
- Jones, M., & Leagon, M. (2014). Science Teacher Attitudes and Beliefs: Reforming Practice. En N. Lederman, & S. Abell, Handbook of Research on Science Education (Vol. II, págs. 830-843). Nueva York: Routledge.
- Kennedy, M. (1998). Education Reform and Subject Matter Knowledge. Journal of Research in Science Teaching, 35(3), 249-263.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. En N. Lederman, & S. Abell (Edits.), Handbook of Research on Science Education (Vol. II, págs. 600-620). Nueva York: Routledge.
- López y Mota, Á. (2003). Sabres científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje (Tomo I) (Vol. VII). México, D.F.: COMIE-SEP-CESU.
- Manassero-Mas, M.-A., Vázquez-Alonso, Á., & Acevedo-Díaz, J.-A. (2003). Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. Manual: Modelos de respuesta y puntuación. España: Dataset.
- Martínez, F. (2008). Estudio Nacional sobre enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria y secundaria de México (Anteproyecto). Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Martínez Rizo, F. (2015). Segunda parte. La enseñanza de ciencias naturales. En F. Martínez Rizo, & Y. Chávez Reyes, *La enseñanza de matemáticas y ciencias naturales en educación básica en México. Revisión de literatura* (págs. 43-104). Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

- Martínez, F. (2015a). Propuesta para la selección de instrumentos para estudiar la formación para enseñar ciencias naturales de futuros maestros de primaria (Original no publicado). Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Martínez, F. (2016). Sobre las preguntas del cuestionario para estudiantes de PISA 2006 (Original no publicado). Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Meijer, P. (2010). Experienced Teachers' Craft Knowledge. En P. Peterson, E. Baker, & B. Mc Graw (Edits.), *International Encyclopedia of Education* (págs. 642-649). Amsterdam: Elsevier-Academic Press.
- Mercado, R. (2010). Un debate actual sobre la formación inicial de docentes en México. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 14(1), 149-157.
- Murillo, J. (. (2007). Investigación iberoamericana sobre eficacia escolar. Bogotá, D. C.: Convenio Andrés Bello.
- Nieswandt, M. (2005). Attitudes toward science: a review of the field. En S. Alsop (Ed.), *Beyond Cartesian Dualism* (págs. 41-52). Países Bajos: Springer.
- OCDE. (2006). PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura. España: Santillana Educación S. L. .
- OCDE. (2007). Perfil de la implicación de los alumnos en las ciencias. En OCDE, *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana* (págs. 127-175). España: Santillana Educación, S. L. .
- OCDE. (20 de Febrero de 2016). PISA 2006, Compendium for the cognitive item responses (Excel). Obtenido de PISA 2006: https://www.oecd.org/pisaproducts/Comp_Cogn06_Dec07.xls

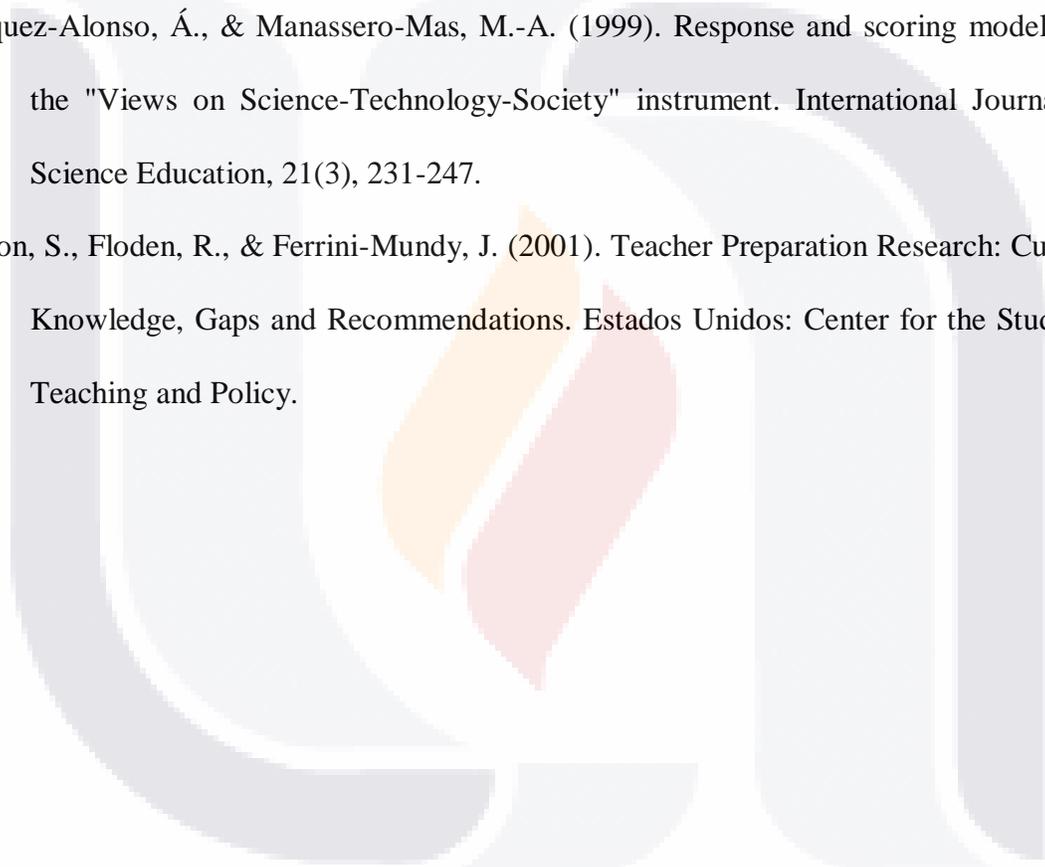
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Pritchard, A., & Woollard, J. (2010). *Psychology for the Classroom: Constructivism and Social Learning*. Nueva York: Routledge.
- Rodríguez Gutiérrez, L., & García García, N. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. México, D. F. : Secretaría de Educación Pública.
- Rollnick, M., & Mavhunga, E. (2016). The Place of Subject Matter Knowledge in Teacher Education. En J. Loughran, & M. (. Hamilton, *International Handbook of Teacher Education* (págs. 423-452). Singapur: Springer.
- SEP. (2012). *Acuerdo número 649 por el que se establece el Plan de Estudios para la Formación de Maestros de Educación Primaria*. México, D.F.: SEP.
- SEP. (2012a). *El trayecto de Práctica profesional: orientaciones para su desarrollo*. México: SEP.
- SEP. (2013a). *Ciencias naturales*. México, D. F.: SEP.
- SEP. (2013b). *Acercamiento a las ciencias naturales en la primaria*. México, D. F.: SEP.
- SEP. (2013c). *Iniciación al trabajo docente*. México: SEP.
- SEP. (2013d). *Proyectos de intervención socioeducativa*. México: SEP.
- SEP. (2013e). *Práctica profesional*. México: SEP.
- SEP. (2013f). *Estrategias de trabajo docente*. México: SEP.
- SEP. (2013g). *Observación y análisis de la práctica educativa*. México: SEP.
- SEP. (2013h). *Observación y análisis de la práctica escolar*. México: SEP.
- SEP. (2013i). *Trabajo docente e innovación*. México: SEP.

van Driel, J. H., & Abell, S. (2010). Science Teacher Education. En P. Peterson, E. Baker, & B. Mc Graw (Edits.), *International Encyclopedia of Education* (págs. 712-718). Amsterdam: Elsevier-Academic Press.

van Driel, J. H., Berry, A., & Meirink, J. (2014). Research on Science Teacher Knowledge. En N. Lederman, & S. Abell (Edits.), *Handbook of Research on Science Education* (págs. 848-870). Nueva York: Routledge.

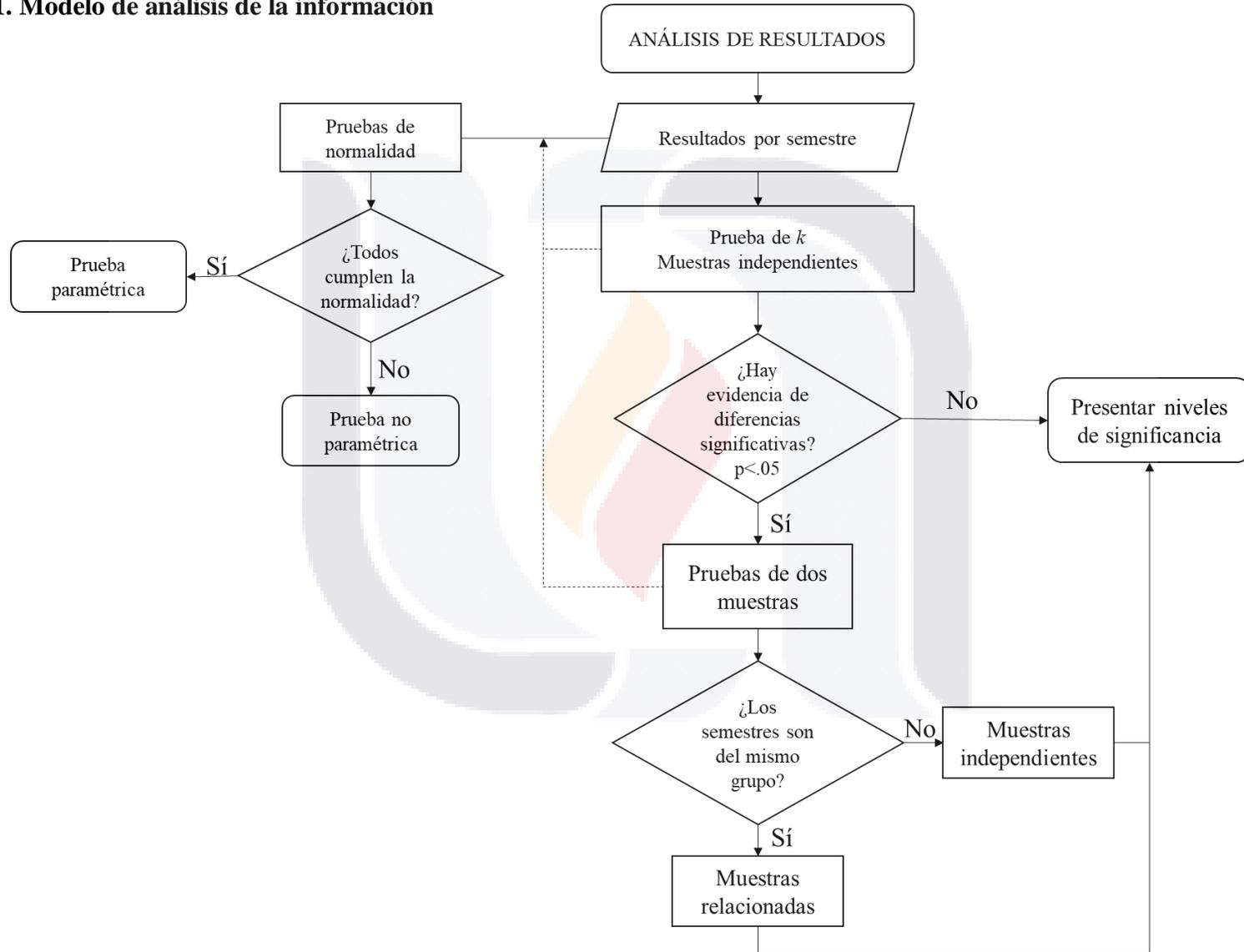
Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M.-A. (1999). Response and scoring models for the "Views on Science-Technology-Society" instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.

Wilson, S., Floden, R., & Ferrini-Mundy, J. (2001). *Teacher Preparation Research: Current Knowledge, Gaps and Recommendations*. Estados Unidos: Center for the Study of Teaching and Policy.



Anexos

Anexo 1. Modelo de análisis de la información



Anexo 2. Hoja de información general



Universidad Autónoma de Aguascalientes
Maestría en Investigación Educativa
Alumno: Emanuel Orlando Esqueda Aguilera

CARACTERÍSTICAS DEL DOCENTE EN FORMACIÓN QUE INCIDEN EN SUS PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA DE CIENCIA

El cuestionario que estás a punto de realizar forma parte del proyecto denominado “Características del docente en formación que inciden en sus prácticas de enseñanza de ciencia”, el cual se está llevando a cabo en el marco de la Maestría en Investigación Educativa de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

El objetivo de este proyecto es analizar cuatro características del docente que inciden en sus prácticas de enseñanza de ciencias: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico del contenido, actitudes hacia la ciencia, y concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, así como identificar el desarrollo y cambios que éstas tienen a lo largo de la formación inicial docente.

Por lo tanto, esta prueba se aplica a los estudiantes de 2°, 4° y 6° de la Licenciatura en Educación Primaria, de manera que se pueda identificar la situación de ellos en cada una de las cuatro características a analizar. Es por eso que te pedimos seas honesto en tus respuestas, pues los fines de la información no serán evaluativos, sino para investigación. Y serán analizados por los responsables del estudio o por otros investigadores, asegurando que no sea posible identificar a los respondientes.

Características del instrumento

El instrumento está separado por secciones en las que se analiza a cada una de las cuatro características. A continuación se muestra dicha organización:

- Sección 1: Conocimiento del contenido
- Sección 2: Actitudes hacia la ciencia
- Sección 3: Conocimiento pedagógico del contenido
- Sección 4: Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia

Es importante que leas detenidamente las instrucciones iniciales y contestes como se te solicita en cada una ya que las indicaciones son distintas .

Esperamos tu honesta participación en este proyecto de investigación, al tener en cuenta que tu trabajo será de beneficio para las instituciones de formación docente y para todos los estudiantes y profesores que formen parte de éstas.

Anexo 3. Instrumentos de obtención de información



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA**

El siguiente cuestionario se realiza con el objetivo de obtener información que permita establecer un perfil de los profesores en formación que van a participar en el proyecto de investigación. Te pedimos que contestes con honestidad a cada una de las peticiones realizadas.

1. Nombre: _____

2. Lugar de origen: _____

3. Fecha de nacimiento: **4. Semestre:** 3° 5° 7°

Municipio Estado

DD MM AA

INFORMACIÓN ACADÉMICA

Señale el tipo de institución al que asistió en cada nivel educativo (Una sola opción).

5. Preescolar

- Público
- Privado
- Otro (especifique): _____

6. Primaria

- Público
- Privado
- Otro (especifique): _____

7. Secundaria

- General
- Técnica
- Telesecundaria
- Privada
- Otro (especifique): _____

8. Medio superior

- Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS)
- Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado (CECyTEA)
- Centro de Estudios de Bachillerato (CEB)
- Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTa)
- Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios (CETIS)
- Privada
- Otro (especifique): _____

INFORMACIÓN FAMILIAR

Señale una opción por cada pregunta.

9. Ocupación del padre

- Trabajador de la educación
- Profesionista o técnico (no educativo)
- Funcionario público (no educativo)
- Personal administrativo
- Comerciante, vendedor o similar
- Operador de transporte
- Trabajador agropecuario
- Trabajador industrial
- Otro (especifique): _____

10. Nivel de estudios del padre

- Ninguno
- Preescolar
- Primaria
- Secundaria
- Preparatoria o bachillerato
- Normal
- Carrera técnica
- Licenciatura (profesional)
- Maestría
- Doctorado

SECCIÓN 1: CONOCIMIENTO DEL CONTENIDO
Primera parte

Instrucciones: Lee las preguntas y señala la opción que consideres correcta en tu **hoja de respuestas**. Para esta parte utiliza la hoja de respuestas que se te entregó por separado.

1. Hace aproximadamente 400 años se popularizó el uso del vidrio. ¿Qué beneficio trajo esta práctica para los seres humanos?

- A) Se transportaron con más seguridad muchas sustancias líquidas.
- B) Se elaboraron componentes electrónicos.
- C) Se pudo conservar la frescura de los alimentos.
- D) Se logró tener mejor iluminación en las casas.

2. En una escuela primaria hay varios niños que han dejado de asistir a clases porque se enfermaron de sarampión; por ello, la directora inició una campaña de prevención para los demás alumnos.

¿Cuál de las siguientes actividades sería las **más** adecuada dentro de esa campaña?

- A) Recomendar a los padres que vacunen a sus hijos lo más pronto posible.
- B) Indicarles a los alumnos que se hagan análisis para saber si están enfermos.
- C) Pedirles a los alumnos que eviten asolearse para impedir que les dé comezón.
- D) Decirles a los padres que prohíban a sus hijos rascarse las ronchas del cuerpo.

3. En un restaurante, Jaime comió pollo empanizado, puré de papa, una ensalada y agua fresca de limón. Más tarde vomitó y tuvo calentura.

¿Cuál pudo ser la causa de que Jaime se enfermara?

- A) El agua de limón estaba muy agria.
- B) La ensalada estaba muy refrigerada.

C) El puré de papas tenía mucho condimento.

D) El pollo tenía varios días descongelado.

4. La maestra de 6° grado explicó a sus alumnos y alumnas a partir de qué momento existen más posibilidades de que una mujer resulte embarazada si tiene relaciones sexuales

¿Cuál de las siguientes opciones es la explicación correcta que dio la maestra?

- A) A partir de que se tienen las primeras menstruaciones.
- B) A partir de cuando se da el “estirón” en la adolescencia.
- C) A partir de que comienzan a desarrollarse los senos.
- D) A partir de que se produce la secreción vaginal.

5. En una isla tropical vivían dos tipos de pájaros: muchos pájaros de pico mediano y pocos de pico largo. Todos ellos se alimentaban de frutos con espinas pequeñas. Después de algunos siglos, la isla se transformó en desierto, los frutos desarrollaron espinas más grandes y abundaron más los pájaros de pico largo.

¿Cuál de las siguientes opciones explica que haya muchos pájaros con pico largo y pocos con pico mediano?

- A) Los pájaros con pico largo son más abundantes debido al cambio que tuvieron los frutos.
- B) Los pájaros de pico mediano son menos abundantes porque les afecta la intensidad del calor.
- C) Los pájaros de pico largo son más abundantes porque los frutos espinosos son más dulces.

D) Los pájaros con pico mediano son pocos porque les desagrada la alimentación del desierto.

6. ¿Cómo hicieron las culturas de la antigüedad para realizar los primeros calendarios?

- A) Prediciendo cuándo se presentarían los eclipses
- B) Registrando la frecuencia con que pasaban los cometas
- C) Observando las constelaciones en cada estación
- D) Calculando el tamaño que tiene la órbita terrestre

7. Los vecinos del santuario de las mariposas monarca están preocupados porque la población de estos animales ha disminuido; por ello, propusieron varias acciones para su conservación.

¿Cuál de las siguientes opciones menciona una actitud responsable ante esta situación?

- A) Reforestar las áreas que han sido taladas.
- B) Construir una cerca alrededor del santuario.
- C) Cobrar la entrada a los visitantes del santuario.
- D) Sembrar plantas de ornato al lado de los árboles.

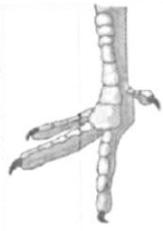
8. ¿Cuál de los siguientes dibujos representa la fecundación?



9. ¿Cuál de estos niños o niñas realiza un cuidado adecuado para evitar enfermedades del aparato digestivo?



10. En un zoológico de nuestro país existe una gran jaula con águilas y halcones, que son aves de rapiña cuyo alimento son pequeños roedores. ¿Qué tipo de garras deben tener para capturar a sus presas y poder alimentarse?



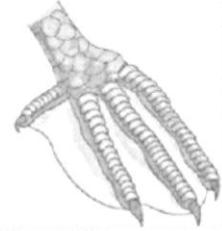
a)



b)



c)



d)

11. ¿Cuál de las siguientes opciones explica cómo se formó nuestro planeta Tierra?

- A) Se formó de un cometa que chocó con el Sol y envió al espacio un gran trozo de materia.
- B) Se formó después que el Sol, a partir de rocas, polvo y gases, los cuales se fueron uniendo al chocar entre sí.
- C) Se formó al mismo tiempo que el Sol y las demás estrellas que conforman el Universo.
- D) Se formó a partir de una explosión del Sol, del cual se desprendió una parte que después se fue enfriando.

12. Los campesinos del poblado El Molino usaron pesticidas para acabar con una plaga de cochinillas que perjudicaba sus sembradíos. Tiempo después, se dieron cuenta de que esto resultó perjudicial para el ecosistema de la región.

¿Cuál de las siguientes opciones muestra la forma en que los pesticidas afectaron el ecosistema?

- A) La temperatura de la región aumentó considerablemente por el uso de esas sustancias.
- B) Las cochinillas desaparecieron, junto con otras especies de animales que se las comían.
- C) Los ríos de la región se convirtieron en aguas negras y tuvieron que ser tratadas con químicos.

D) Los árboles del lugar tuvieron que ser talados porque se impregnaron del olor de los pesticidas.

13. Cuando te pregunten por qué los caballos de todas las razas, colores y tamaños tienen cuatro patas, pelo y cola, ¿qué debes responder?

- A) Que los caballos tienen un ancestro común.
- B) Que desde su aparición han sido siempre iguales.
- C) Que adquieren esas características conforme crecen.
- D) Que sus características las determina el tipo de alimentación.

14. Las principales ciudades de México han incrementado su población. ¿Cuál de las siguientes opciones menciona una de las principales necesidades que esto ocasionará?

- A) Vigilar que haya cultivos en todos los campos del país
- B) Atender una mayor demanda de educación y empleo
- C) Construir más edificios públicos de mayor capacidad
- D) Planear la reestructuración de las calles y avenidas

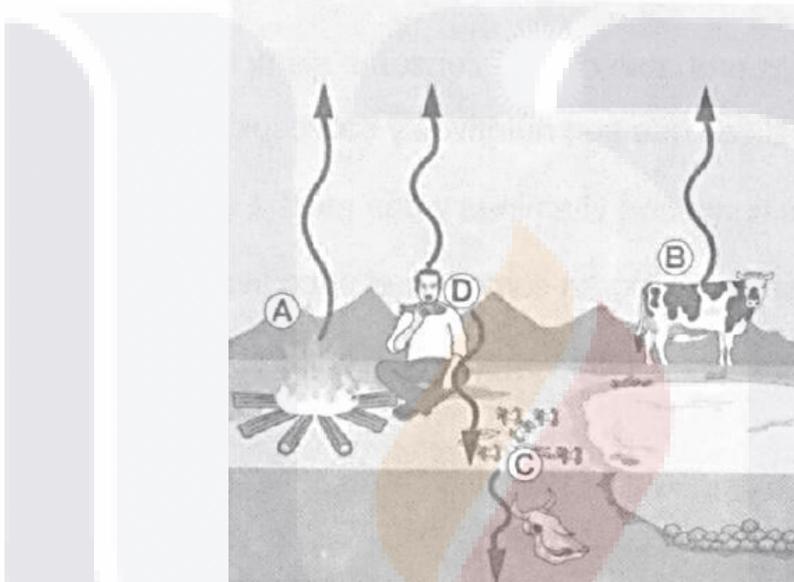
15. En la clase de educación física, Pedro se cayó y se cortó la rodilla. ¿En cuál de los siguientes casos su sistema nervioso cumple con la función de recibir y enviar señales a los demás órganos del cuerpo?

- A) Pedro siente un intenso dolor y ardor en la rodilla.
- B) Pedro sangra sin sentir ninguna molestia en la rodilla.
- C) Pedro presenta una cicatriz en la rodilla al día siguiente.
- D) Pedro se limpia con alcohol para evitar que se infecte.

16. Muchos instrumentos útiles en la vida diaria se han inventado a partir de máquinas simples. ¿Cuál se inventó a partir de la palanca?
- A) El tenedor.
 - B) El cuchillo.
 - C) El elevador.
 - D) El cortauñas.

17. Observa el esquema del ciclo del carbono.

3



¿En qué lugar se está liberando una gran cantidad de dióxido de carbono?

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D

18. ¿Cuál de los siguientes dibujos corresponde a la combinación de los cromosomas que determinan que una persona sea mujer?



a)



b)

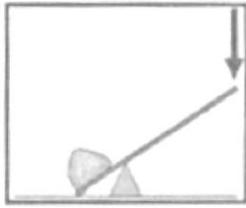


c)

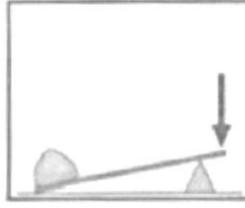


d)

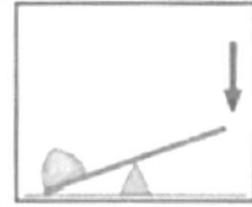
19. Observa dónde se encuentra el punto de apoyo en las siguientes palancas.



1



2



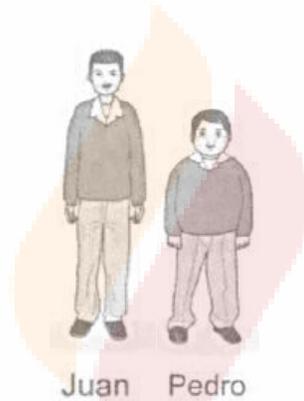
3

¿Cuál de las opciones representa el orden correcto, en cuanto a la aplicación del mayor al menor esfuerzo para levantar la piedra?

- A) 2, 1, 3
- B) 2, 3, 1
- C) 3, 2, 1
- D) 3, 1, 2

4

20. Observa las siguientes imágenes:



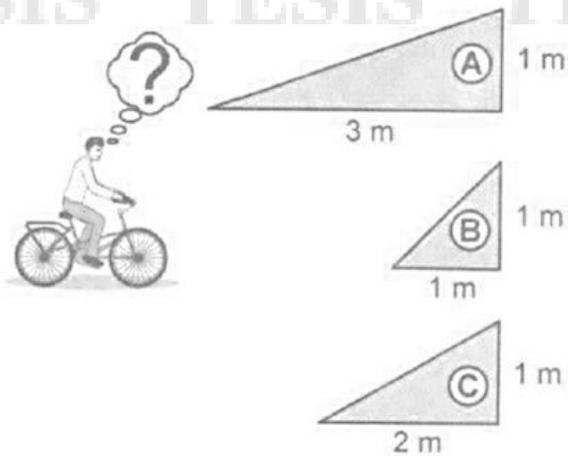
¿Qué factores ha influido para que estos dos niños, que viven en la misma comunidad, sean diferentes en estatura y peso?

- A) El tipo de sangre y la casa en la que habitan.
- B) La herencia biológica y la alimentación que acostumbran.
- C) La atención médica que reciben y la escuela a la que asisten.
- D) El clima y la altura sobre el nivel del mar del lugar donde viven.

21. La ciudad de San José produce una gran cantidad de aguas negras. ¿Cuál de las siguientes acciones puede contribuir a disminuir el impacto negativo que esto provoca al ecosistema?

- A) Conducir las aguas negras al río.
- B) Usar las aguas negras para el riego.
- C) Enviar las aguas negras a las afueras de la ciudad.
- D) Instalar una planta de tratamiento de aguas negras.

22. Observa el esquema.



¿En cuál opción se presenta el orden en el que es más fácil que el ciclista suba las rampas?

- A) A, B, C
- B) B, C, A
- C) C, B, A
- D) A, C, B



Segunda parte

Nombre: _____

Instrucciones: Lee los recuadros de texto y contesta lo que se pide en cada uno de éstos. En esta parte responde las preguntas dentro del mismo cuestionario.

LLUVIA ÁCIDA

A continuación se muestra una foto de las Cariátides, estatuas esculpidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2 500 años. Las estatuas son de un tipo de piedra que se llama mármol. El mármol está compuesto por carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y sustituidas por réplicas. La lluvia ácida estaba carcomiendo las estatuas originales.



Es posible construir un modelo del efecto de la lluvia ácida sobre el mármol, poniendo fragmentos de éste en vinagre toda la noche. El vinagre y la lluvia ácida tienen aproximadamente el mismo nivel de acidez. Cuando un fragmento de mármol se mete en vinagre, se forman burbujas de gas. Se puede determinar la masa del fragmento de mármol seco antes y después del experimento.

1. Un fragmento de mármol tiene 2.0 gramos antes de meterse en vinagre toda la noche. Al día siguiente, se saca y se seca. ¿Cuál será la masa del fragmento de mármol ya seco?

- A) Menos de 2.0 gramos
- B) Exactamente 2.0 gramos
- C) Entre 2.0 y 2.4 gramos
- D) Más de 2.4 gramos

FILTROS SOLARES

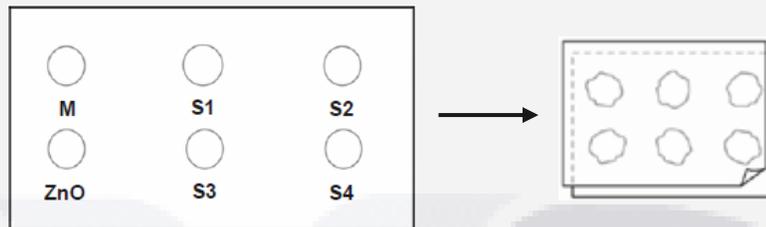
María y Diego deseaban saber qué producto con filtro solar les protege mejor la piel. Los productos con filtro solar tienen un Factor de Protección Solar (FPS) que muestra en qué medida absorbe cada producto el componente de radiación ultravioleta de la luz solar. Un filtro solar con un FPS alto protege la piel por más tiempo que uno con un FPS bajo. María pensó en una forma de comparar algunos productos de filtro solar diferentes. Ella y Diego juntaron lo siguiente:

- dos pliegos de plástico transparente que no absorben luz solar;
- una hoja de papel sensible a la luz;

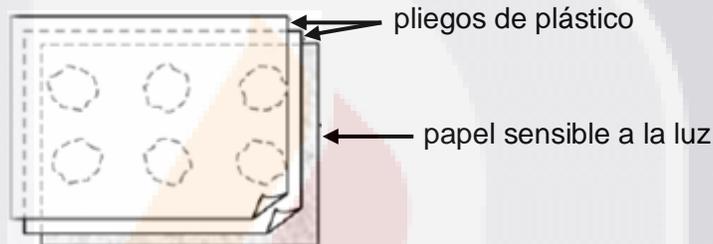
- aceite mineral (M) y una crema que contiene óxido de zinc (ZnO); y
- cuatro diferentes filtros solares que llamaron S1, S2, S3, y S4.

María y Diego incluyeron el aceite mineral porque deja pasar casi toda la luz solar y el óxido de zinc porque bloquea casi por completo la luz solar.

Diego puso una gota de cada sustancia dentro de un círculo marcado en uno de los pliegos de plástico; luego puso el segundo pliego de plástico encima. Colocó un gran libro encima de ambos pliegos para hacer presión.



María puso luego los pliegos de plástico encima de la hoja de papel sensible a la luz. El papel sensible a la luz cambia de gris oscuro a blanco (o a gris muy claro), según cuánto tiempo esté expuesto a la luz. Finalmente, Diego puso los pliegos en un lugar soleado.



2. Al comparar la eficacia de los filtros solares, ¿cuál de estas afirmaciones es una descripción científica de la función del aceite mineral y del óxido de zinc?

- El aceite mineral y el óxido de zinc son los dos factores que se están probando.
- El aceite mineral es un factor que se está probando y el óxido de zinc es una sustancia de referencia.
- El aceite mineral es una sustancia de referencia y el óxido de zinc es un factor que se está probando.
- Ambos, el aceite mineral y el óxido de zinc son sustancias de referencia.

3. ¿Cuál de estas preguntas intentaban responder María y Diego?

- ¿Cómo se compara la protección de cada filtro solar con la de otros?
- ¿Cómo protegen los filtros solares tu piel de la radiación ultravioleta?
- ¿Hay algún filtro solar que proteja menos que el aceite mineral?
- ¿Hay algún filtro solar que proteja más que el óxido de zinc?

4. ¿Por qué se hizo presión sobre el segundo pliego de plástico?

- Para impedir que las gotas se secaran.

- B) Para extender las gotas lo más posible.
- C) Para mantener las gotas dentro de los círculos que se marcaron.
- D) Para que las gotas tuvieran el mismo grosor.

ROPA

Lee el texto a continuación y responde las preguntas que aparecen después.

Un equipo de científicos británicos está desarrollando ropa “inteligente” que proporcione a los niños discapacitados la posibilidad de “hablar”. Los niños que utilicen chalecos hechos con un electrotexil único, conectado con un sintetizador de voz, serán capaces de hacerse entender simplemente dando golpecitos en el material sensible al tacto.

Este material está hecho de tela normal y una ingeniosa mezcla de fibras impregnadas de carbón que conducen la electricidad. Cuando se aplica presión a la tela, el patrón de señales que pasa a través de las fibras conductoras se altera y un chip de computadora puede descifrar dónde ha sido tocada la prenda. Entonces, activa cualquier tipo de aparato electrónico conectado a ella, el cual podría ser no mayor que dos cajas de cerillos.

“El toque de ingenio reside en cómo tejemos la tela y cómo enviamos señales a través de ella, pudiendo entretejerla en diseños de telas sin que se vea que está ahí” dice uno de los científicos.

El material puede ser lavado, exprimido o estrujado, sin que se dañe. El científico también afirma que se puede producir en grandes cantidades a menor costo.

5. Las afirmaciones que se hacen en el artículo ¿se pueden comprobar mediante investigación científica en un laboratorio? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada afirmación.

El material puede	¿Se puede comprobar la información mediante investigación científica en un laboratorio?
Lavarse sin que se dañe	Si / No
Exprimirse sin que se dañe	Si / No
Estrujarse sin que se dañe	Si / No
Producirse en grandes cantidades a menor costo	Si / No

6. ¿Qué elementos del equipo del laboratorio se encontrarían entre las cosas que necesitarías para comprobar que la tela conduce electricidad?

- A) Voltímetro
- B) Caja de luz
- C) Micrómetro
- D) Medidor de sonidos

EJERCICIO FÍSICO

El ejercicio físico constante, pero moderado, es bueno para nuestra salud.



7. ¿Cuáles son las ventajas del ejercicio físico constante? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada afirmación.

¿Es esta una ventaja del ejercicio físico constante?	¿Sí o No?
El ejercicio físico ayuda a prevenir enfermedades del corazón y de la circulación.	Si / No
El ejercicio físico conduce a una dieta sana.	Si / No
El ejercicio físico ayuda a evitar el sobrepeso.	Si / No

8. ¿Qué sucede cuando los músculos se ejercitan? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada afirmación.

¿Sucede esto cuando los músculos se ejercitan?	¿Sí o No?
Los músculos obtienen un mayor flujo de sangre.	Si / No
Se forman grasas en los músculos.	Si / No

MARY MONTAGU

Lee el siguiente artículo periodístico y responde a las preguntas que vienen después.

LA HISTORIA DE LA VACUNACIÓN

Mary Montagu era una mujer muy hermosa. Sobrevivió a un ataque de viruela en 1715 pero quedó cubierta de cicatrices. En 1717, mientras vivía en Turquía, observó un método llamado inoculación, que ahí se usaba con frecuencia. Este tratamiento consistía en introducir un tipo débil del virus de la viruela raspando la piel de una persona joven y sana, que luego se enfermaba, pero en la mayoría de los casos de forma leve.

Mary Montagu estaba convencida de la seguridad de estas inoculaciones que permitió que su hijo y su hija fueran inoculados.

En 1796, Edward Jenner usó inoculaciones de un mal afín, la Viruela Vacuna, para producir anticuerpos contra la viruela. Comparada con la inoculación de la viruela, este tratamiento tiene menos efectos secundarios y la persona atendida no infecta a otros. Este tratamiento se conoce como vacunación.

9. ¿Contra qué tipos de enfermedad puede vacunarse a la gente?

- A) Enfermedades hereditarias como la hemofilia.
- B) Enfermedades causadas por virus, como la polio.
- C) Enfermedades por el mal funcionamiento del cuerpo, como la diabetes.
- D) Cualquier tipo de enfermedad que no tenga cura.

10. Si los animales o los humanos se enferman de una infección bacteriana y luego se recuperan, el tipo de bacteria que causó el mal generalmente no los enferma de nuevo.

¿Cuál es la razón de esto?

- A) El organismo mata a todas las bacterias que puedan causar el mismo tipo de mal.
- B) El organismo crea anticuerpos que matan estas bacterias antes de multiplicarse.
- C) Los glóbulos rojos matan a todas las bacterias que puedan causar el mismo tipo de mal.

D) Los glóbulos rojos capturan a este tipo de bacterias y se deshacen de ellas.

CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

9

Debe prohibirse el maíz GM

Grupos ecologistas exigen que se prohíba el nuevo maíz genéticamente modificado (GM).

Este maíz genéticamente modificado está diseñado para resistir a un nuevo herbicida muy potente que mata a las plantas de maíz convencionales. Este nuevo herbicida matará a la mayor parte de la maleza que crece en los maizales.

Los ecologistas afirman que debido a que esta maleza es alimento para animales pequeños, especialmente insectos, el uso del nuevo herbicida con el maíz GM será dañino para el ambiente. Los que apoyan el uso del maíz GM afirman que un estudio científico ha demostrado que esto no sucederá.

A continuación se presentan detalles del estudio científico mencionado en el artículo anterior:

- Se plantó maíz en 200 campos de cultivo en todo el país.
- Cada campo de cultivo se dividió en dos. En una de las partes se cultivó maíz genéticamente modificado (GM), tratado con el potente herbicida nuevo y en la otra el maíz convencional tratado con un herbicida convencional.
- El número de insectos encontrados en el maíz GM, tratado con el nuevo herbicida, era aproximadamente el mismo que el número de insectos en el maíz convencional, tratado con el herbicida convencional.

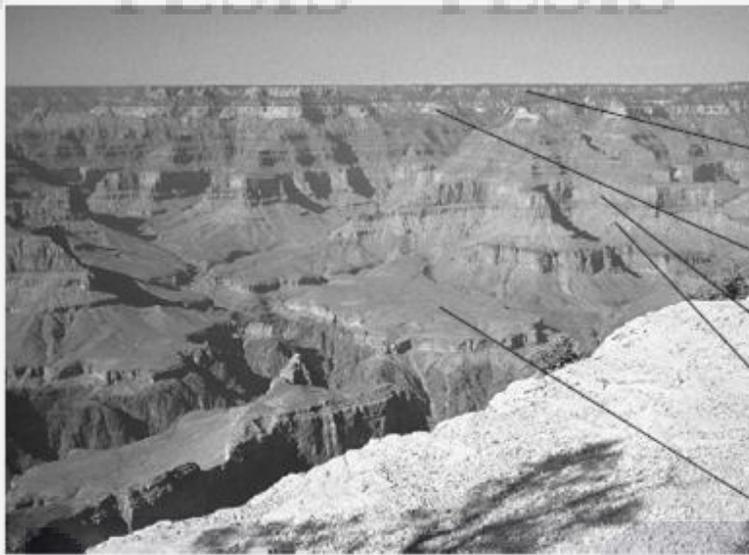
11. Se plantó maíz en 200 campos de cultivo en todo el país. ¿Por qué los científicos usaron más de un lugar?

- A) Para que muchos agricultores pudieran poner a prueba el nuevo maíz GM.
- B) Para ver cuánto maíz GM podían cultivar.
- C) Para cubrir la mayor cantidad de tierra posible con el cultivo GM.
- D) Para incluir distintas condiciones de crecimiento para el maíz.

EL GRAN CAÑÓN

El Gran Cañón está situado en un desierto de los Estados Unidos. Es un cañón muy grande y profundo formado por muchas capas de roca. En alguna época pasada, movimientos en la corteza terrestre levantaron esas capas. Actualmente, el Gran Cañón tiene en algunas partes hasta 1.6 km de profundidad. El Río Colorado corre en el fondo del cañón.

Observa la imagen siguiente del Gran Cañón, tomada desde la ladera sur. Se pueden ver varias capas diferentes de roca en los muros del cañón.



Piedra caliza A

Pizarra A

Piedra caliza B

Pizarra B

Esquistos y granito

12. Unos cinco millones de personas visitan el parque nacional del Gran Cañón todos los años. Hay preocupación acerca del daño que causan al parque nacional tantos visitantes.

¿Puede la investigación científica responder a las siguientes preguntas? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada pregunta.

¿Puede la investigación científica contestar esta pregunta?	¿Sí o No?
¿Cuánta erosión causa el uso de los senderos?	Si / No
La zona del parque nacional, ¿sigue siendo tan bella como hace 100 años?	Si / No

13. La temperatura en el Gran Cañón oscila entre menos de 0°C y más de 40oC. Aunque es una zona desértica, las grietas de las rocas a veces contienen agua. ¿Cómo ayudan estos cambios de temperatura y el agua en las grietas de las rocas a acelerar la desintegración de las rocas?

- A) El agua helada disuelve las rocas calientes.
- B) El agua pega a las rocas entre sí.
- C) El hielo suaviza la superficie de las rocas.
- D) El agua helada se expande en las grietas de las rocas.

14. Hay muchos fósiles de animales marinos, como almejas, peces y corales en la capa de piedra caliza A del Gran Cañón. ¿Qué pasó hace millones de años que explica que estos fósiles hayan sido encontrados ahí?

- A) En tiempos antiguos, la gente llevaba ahí mariscos y pescados desde el mar.
- B) Los mares fueron alguna vez mucho más agitados y la vida marina llegaba tierra adentro en grandes olas.
- C) En esa época, un mar, que luego retrocedió, cubría esta zona.
- D) Algunos animales marinos vivieron alguna vez en tierra firme antes de emigrar al mar.

SECCIÓN 2: ACTITUDES HACIA LA CIENCIA

Nombre: _____

1. Señala qué tan de acuerdo estás con cada una de las siguientes afirmaciones.

En este apartado se pide opinión a los docentes con respecto a la enseñanza de ciencias en escuela primaria. En el caso de formadores de docentes considera las siguientes situaciones ya sea cuando has impartido asignaturas en la escuela normal relacionadas con la ciencia (Ciencias naturales y su enseñanza I y II, Ciencias Naturales, Acercamiento a las ciencias naturales en la primaria), o en caso de no hacerlo, las situaciones durante la preparación para las jornadas de práctica en las que has tenido que orientar a los estudiantes en cuestiones relacionadas con la ciencia.

N o.	Enunciado	1 Totalmente en desacuerdo	2	3	4	5 Totalmente de acuerdo
1	Soy capaz de atender las preguntas de los alumnos sobre ciencia.					
2	Tengo conocimiento suficiente de los contenidos de ciencia para enseñar bien éstos en la escuela primaria.					
3	Tengo un dominio suficiente de los materiales para ser capaz de brindar un buen apoyo a los estudiantes para hacer investigación y el diseño en clase.					
4	Si los alumnos de primaria no encuentran una solución al hacer las tareas de la clase de ciencia, creo que puedo ayudarlos a avanzar.					
5	Me siento tenso mientras doy clase de ciencias.					
6	Me siento nervioso mientras doy clase sobre ciencias.					
7	Enseñar sobre ciencias me pone nervioso.					
8	Me siento estresado cuando tengo que dar clase de ciencias.					
9	Para mí, la disponibilidad de un paquete de materiales listo para usar es esencial para dar clase de ciencias.					
10	Para mí, la disponibilidad de un método de enseñanza de ciencia es decisiva para dar clase de ciencias.					
11	Me siento feliz mientras doy clase de ciencias.					
12	Enseñar ciencias me pone alegre.					
13	Disfruto mucho dando clase de ciencias.					
14	Enseñar ciencias me pone entusiasta.					

2. En este apartado señala que tan de acuerdo están con las siguientes cuestiones con respecto a la ciencia y su enseñanza.

N o.	Enunciado	1 Totalmente en desacuerdo	2	3	4	5 Totalmente de acuerdo
1	Creo que las ciencias deben implantarse en las primarias tan pronto como sea posible.					
2	Creo que la educación en ciencia es esencial para el desarrollo de los estudiantes de primaria.					
3	Creo que la educación en ciencias es esencial para que los estudiantes de primaria se involucren más en los problemas tecnológicos de la sociedad.					
4	Creo que la educación en ciencias en primaria es esencial para que los estudiantes sean capaces de tomar buenas decisiones sobre sus estudios (Por ej. Elección de un perfil académico o de un curso).					
5	La educación en ciencias es tan importante en la primaria que los profesores					

	inexpertos deberían recibir capacitación adicional en esta área.					
6	Creo que los profesores de primaria disfrutan más que las profesoras al dar clases de ciencias.					
7	Creo que es más probable que los niños de primaria escojan tareas relacionadas con la ciencia que las niñas.					
8	Creo que los profesores de primaria pueden hacer una investigación o una tarea técnica con sus alumnos más fácilmente que las profesoras.					
9	Creo que los niños en escuelas primarias muestran más entusiasmo que las niñas al experimentar con materiales y sustancias químicas.					
10	Creo que la mayoría de los profesores de primaria encuentra difícil enseñar asignaturas relacionadas con ciencia.					
11	Creo que la mayoría de los profesores de primaria conciben a la ciencia como una asignatura difícil de enseñar por sus contenidos.					
12	Creo que los profesores encuentran complicados los temas de los que tratan las ciencias.					

Las ciencias en general

En este apartado se te pedirá tu opinión en relación con las ciencias en general. Por ciencias en general se entiende toda materia o tema con el que puedes tener contacto, ya sea en la escuela o fuera de ella (por ejemplo, un programa de televisión) y que esté relacionado con las ciencias del espacio, la biología, la química, las ciencias de la Tierra o la física.

1. ¿Qué tan de acuerdo estás con las siguientes afirmaciones?

(Marca una sola opción en cada renglón)

		1	2	3	4
		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
a)	Me resulta agradable aprender cosas de ciencias en general.				
b)	Disfruto cuando leo sobre ciencias en general.				
c)	Soy feliz resolviendo problemas de ciencias en general.				
d)	Me gusta saber cosas nuevas sobre ciencias en general.				
e)	Tengo interés en aprender sobre ciencias en general.				

2. ¿Qué tan fácil crees que sería para ti hacer las siguientes tareas sin ayuda?

(Marca una sola opción en cada renglón)

		1	2	3	4
		Podría hacerlo fácilmente	Podría hacerlo con un poco de esfuerzo	Me costaría trabajo hacerlo yo solo(a)	No podría hacerlo
a)	Reconocer la parte científica que hay en un artículo sobre salud publicado en un periódico.				
b)	Explicar por qué los terremotos se dan en algunas zonas con más frecuencia que en otras.				
c)	Describir la función de los antibióticos en el tratamiento de una enfermedad.				
d)	Determinar el tema científico relacionado con el tratamiento de la basura.				
e)	Predecir cómo los cambios ambientales podrían afectar la supervivencia de ciertas especies.				

f)	Interpretar la información científica que viene en las etiquetas de artículos comestibles.				
g)	Discutir por qué nuevas evidencias pueden llevarte a cambiar tu opinión respecto a la posibilidad de que hubiera vida en Marte.				
h)	Entre dos explicaciones acerca de la formación de lluvia ácida, identificar cuál es la mejor.				

3. ¿Qué tan de acuerdo estás con las siguientes afirmaciones?

(Marca una sola opción en cada renglón)

		1	2	3	4
		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
a)	Los avances en ciencia y tecnología normalmente mejoran las condiciones de vida de las personas.				
b)	La ciencia es importante para ayudarnos a entender el mundo natural que nos rodea.				
c)	Algunos conceptos de ciencia me ayudan a ver cómo me relaciono con otras personas.				
d)	Los avances en ciencia y tecnología normalmente ayudan a mejorar la economía.				
e)	Usaré la ciencia de muchas maneras cuando sea adulto.				
f)	La ciencia es valiosa para la sociedad.				
g)	La ciencia es muy importante para mí.				
h)	Creo que la ciencia me ayuda a entender las cosas que me rodean.				
i)	Los avances en ciencia y tecnología normalmente traen beneficios sociales.				
j)	Cuando termine la escuela tendré muchas oportunidades de usar la ciencia.				

4. ¿Qué tanto te interesa aprender sobre los siguientes temas de ciencias?

(Marca una sola opción en cada renglón)

		1	2	3	4
		Mucho	Más o menos	Poco	Nada
a)	Temas de Física				
b)	Temas de Química				
c)	Biología vegetal				
d)	Biología humana				
e)	Temas de Astronomía				
f)	Temas de Geología.				
g)	La forma en que los científicos diseñan sus experimentos				
h)	Lo que se necesita para formular una explicación científica				

SECCIÓN 3: CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO

Instrucciones: Lee las preguntas y señala la opción que consideres correcta en tu **hoja de respuestas**.

1. Durante una lección sobre plantas, un estudiante comentó,

“el dióxido de carbono y el agua son alimento para las plantas, porque sin éstos las plantas morirían.”

¿En caso de haberlo, cuál sería el error en la declaración de este estudiante?

- A) El dióxido de carbono y el agua no son alimento para las plantas.
- B) El dióxido de carbono no es necesario para las plantas.
- C) La luz es también necesaria para las plantas.
- D) Nada. La declaración del estudiante es correcta.

2. En una discusión en clase sobre alimentos, un profesor preguntó a sus alumnos por qué las plantas y los animales necesitan alimento. Uno de los estudiantes mencionó,

“Las plantas y los animales necesitan alimento para crecer y para energía.”

¿Cuál de las siguientes es la mejor apreciación de la comprensión del estudiante sobre por qué las plantas y los animales necesitan alimento?

- A) El estudiante no comprende que las plantas y los animales descomponen los alimentos para liberar energía utilizando oxígeno.
- B) El estudiante no comprende que la glucosa es alimento para las plantas y los animales.
- C) El estudiante no comprende que las plantas, utilizando energía luminosa del sol, producen su propio alimento.
- D) El estudiante parece tener una correcta comprensión de por qué las plantas y los animales necesitan alimento.

3. Después de una discusión sobre lo que es alimento y lo que no lo es, un profesor pidió a sus

estudiantes que le mencionaran ejemplos. Un estudiante expresó que **el agua es alimento**.

¿Cuál de las siguientes preguntas debería hacer el profesor a continuación para conocer la concepción del estudiante sobre los alimentos?

- A) ¿Es el agua necesaria para la vida?
- B) ¿Es el agua alimento tanto para plantas como para animales?
- C) ¿Puede la comida ser líquida?
- D) ¿Provee el agua de energía?

4. Al comienzo de una lección sobre crecimiento y desarrollo de las plantas, el profesor pidió a sus estudiantes que comentaran lo que conocieran sobre el alimento para las plantas. ¿Cuál de las siguientes declaraciones hechas por los estudiantes sobre el alimento para las plantas es correcta?

- A) Las plantas obtienen su propia comida a través de sus raíces.
- B) Las plantas utilizan energía luminosa para crear su comida.
- C) El dióxido de carbono es alimento para las plantas.
- D) La energía solar es alimento para las plantas.

5. Durante una lección sobre la fotosíntesis, un estudiante expresó,

“Las plantas hacen su alimento de la luz del sol, el dióxido de carbono y el agua.”

¿Cuál de las siguientes sería la mejor pregunta para que el docente hiciera al estudiante y posteriormente poder evaluar su conocimiento sobre la fotosíntesis?

- A) “¿Cómo llamamos a la comida que producen las plantas?”

- B) “¿De dónde viene el dióxido de carbono?”
C) “¿Cuál de estas tres partes no se convierte en parte de la planta?”

6. Durante una lección sobre fotosíntesis, un estudiante hizo la siguiente declaración,

“El alimento para las plantas contiene luz solar, dióxido de carbono y agua.”

¿Cuál de las siguientes es la mejor valoración sobre la declaración del estudiante?

- A) La declaración del estudiante es incorrecta porque la luz solar no es un ingrediente del alimento para las plantas.
B) La declaración del estudiante es incorrecta porque el dióxido de carbono no es un ingrediente del alimento para las plantas.
C) La declaración del estudiante es incorrecta porque el agua no es un ingrediente del alimento para las plantas.
D) La declaración del estudiante es correcta.

7. Durante una lección sobre plantas, la mayoría de los estudiantes estuvo de acuerdo con la siguiente declaración,

“Las plantas solamente necesitan agua y luz solar para crecer.”

Con la intención de desarrollar la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis, la profesora decidió realizar un experimento con dos plantas. Colocó una planta en una maceta con tierra junto a una ventana a la que da el sol, y la regó con agua todos los días. ¿Cuál de las siguientes acciones debería realizar con la segunda planta?

- A) Colocar la planta en una maceta con tierra en un cuarto oscuro, pero continuar regándola.
B) Colocar la planta en una maceta con tierra junto a la ventana debajo de un domo de cristal hermético con suficiente agua.
C) Colocar la planta en un vaso de agua sin tierra junto a la ventana.
D) Colocar la planta en una maceta de tierra junto a la ventana, pero sin regarla.

- D) “¿Qué más necesitan las plantas para producir comida?”

1

8. En una lección sobre crecimiento de plantas, un profesor discutía sobre el uso de la energía luminosa del sol por parte de las plantas. Durante la discusión, un estudiante señaló:

“Las plantas necesitan la luz para crecer, pero éstas no convierten la energía. Es como cuando estás leyendo un libro, y necesitas la luz para poder leer, pero la luz no cambia.”

¿Cuál de las siguientes ideas sobre el papel de la energía luminosa en el proceso de la fotosíntesis parece olvidar el estudiante?

- A) La energía luminosa es convertida en azúcares en el proceso de la fotosíntesis.
B) La energía luminosa es convertida en otra forma de energía en el proceso de la fotosíntesis.
C) La energía luminosa es la fuente de energía para el proceso de la fotosíntesis.
D) Ninguno. El estudiante parece tener una comprensión correcta sobre el papel de la energía luminosa en el proceso de la fotosíntesis.

9. Durante una lección sobre fotosíntesis, un estudiante hizo la siguiente analogía:

“Cuando una planta utiliza energía solar, es como un panel solar. La planta y el panel solar absorben la luz y la transforman en otro tipo de energía, la cual puede ser almacenada.”

¿Cuál de las siguientes es una descripción acertada del pensamiento del estudiante?

- A) El estudiante cree *incorrectamente* que la energía solar es absorbida por las plantas.

- B) El estudiante cree *incorrectamente* que las plantas convierten energía solar en otra forma de energía.
- C) El estudiante cree *incorrectamente* que la energía es almacenada en las plantas.
- D) El estudiante tiene una comprensión razonablemente correcta del uso de energía solar de las plantas.

10. Durante una discusión grupal sobre la energía utilizada en la fotosíntesis, un estudiante señaló:

“Las plantas utilizan energía calorífica del sol en la fotosíntesis.”

¿Cuál de las siguientes ideas sobre la energía involucrada en la fotosíntesis parece olvidar el estudiante?

- A) La energía usada en la fotosíntesis es la calorífica del sol.
- B) Las plantas utilizan energía del sol para producir azúcares.
- C) Las plantas necesitan energía para producir azúcares.
- D) Ninguna. El estudiante parece tener una comprensión correcta de la energía utilizada en la fotosíntesis.

11. Los estudiantes plantaron frijoles bajo diferentes condiciones, y los observaron crecer durante algunas semanas. La clase notó que las plantas que están en la luz son más verdes y están más *frondosas* que las que están en la oscuridad. Durante la discusión sobre el crecimiento de las plantas, la profesora preguntó a sus estudiantes, **“¿por qué las plantas que están en la luz solar crecen mejor que las que están en la oscuridad?”**, un estudiante expresó,

“Éstas absorben energía luminosa del sol y la convierten en azúcares que las ayudan a crecer.”

¿Cuál de las siguientes sería la mejor pregunta para hacer al estudiante a continuación para evaluar mejor su comprensión sobre el crecimiento de la planta?

- A) “¿Qué otras fuentes de energía pueden utilizar las plantas para producir azúcares?”
- B) “¿Puedes explicar a qué te refieres cuando dices ‘éstas absorben energía luminosa del sol’?”
- C) “¿Puedes explicar a qué te refieres cuando dices ‘la convierten en azúcares’?”
- D) “¿Qué papel juega el calor del sol?”

12. En una lección sobre crecimiento de las plantas, el profesor pidió a sus estudiantes que explicaran lo que sucede con la energía luminosa que es usada por las plantas para producir glucosa. La mayoría de los estudiantes respondió que **la energía luminosa es convertida en azúcares por parte de la planta**. ¿Qué debería hacer el profesor la siguiente clase para desarrollar el conocimiento de los estudiantes sobre el uso de la energía luminosa de las plantas?

- A) Preparar un experimento en el cual algunas hojas de las plantas son cubiertas con hojas de papel y otras son dejadas sin cubrir, y después probar los niveles de almidón después de varios días.
- B) Dibujar un diagrama de los componentes de entrada y salida de la fotosíntesis.
- C) Pedir a los estudiantes que expliquen el crecimiento de las plantas en la luz, así como el crecimiento de las plantas en la oscuridad.
- D) Explicar cómo la energía luminosa es convertida en otra forma de energía y almacenada en la planta.

13. En una sesión de revisión al final de una unidad sobre el flujo de materia y energía en sistemas vivos, un profesor señaló, **“Hay azúcares en una naranja. Hay energía química en los azúcares.”** Un estudiante respondió,

“Sí, hay energía química en los azúcares. Ésta proviene del agua en el suelo.”

Basándose en la declaración de este estudiante, ¿qué debería hacer el estudiante?

- A) Decir que el estudiante está en lo correcto, y avanzar con la sesión de revisión.
- B) Recordar al estudiante que los nutrientes en el suelo también son una fuente importante de energía química.
- C) Recordar al estudiante sobre el papel de la energía luminosa del sol en la fotosíntesis.
- D) Explicar a los estudiantes que los azúcares no contienen energía química.

14. Un profesor preguntó a sus estudiantes cómo contribuye el alimento al crecimiento en plantas y animales. Un estudiante dijo que el alimento es **descompuesto y después reensamblado para construir estructuras corporales**. ¿Qué nos indica esta respuesta con respecto al conocimiento del estudiante sobre cómo es usado el alimento para el crecimiento en plantas y animales?

- A) El estudiante *no* comprende que las plantas y los animales almacenan alimento para el crecimiento.
- B) El estudiante *no* comprende que el alimento sirve de fuente de energía para plantas y animales.
- C) El estudiante *no* comprende que alguna energía producida del alimento es perdida en forma de calor.
- D) El estudiante parece comprender cómo es utilizado el alimento para el crecimiento en plantas y animales.

15. Durante una unidad sobre plantas, un estudiante señaló en la clase,

“El alimento no se convierte en parte de la planta, pero ayuda a lo largo del proceso de crecimiento.”

Basándose en esta declaración, ¿cuál de las siguientes ideas sobre el crecimiento de las plantas parece no tener el estudiante?

- A) Las plantas transforman la energía de la luz en energía almacenada en los azúcares.
- B) Las plantas necesitan energía luminosa para hacer azúcares.
- C) El alimento puede ser descompuesto y reensamblado en material vegetal.
- D) La energía es necesaria para el crecimiento.

16. Durante una lección sobre cómo utilizan el alimento las plantas, un estudiante señaló,

“Las plantas agregan alimento a sus tallos, raíces y hojas para que crezcan.”

Si la mayoría de la clase está de acuerdo con la declaración del estudiante, ¿cuál de las siguientes preguntas ayudar al profesor a evaluar el conocimiento de sus estudiantes sobre cómo las plantas usan alimento para crecer?

- A) “¿Qué es considerado alimento para las plantas?”
- B) “¿Qué papel juega la luz solar en el uso de alimento de las plantas?”
- C) “¿Qué ocurre con el alimento antes de que forme parte de los tallos, raíces y hojas?”
- D) “¿Qué parte de la planta es responsable del almacenamiento de la comida?”

17. En una lección sobre energía, un estudiante señaló,

“Las plantas no necesitan alimento para tener energía para crecer, porque obtienen toda su energía del sol.”

¿Cuál de las siguientes ideas NO comprendió este estudiante?

- A) Las plantas producen su propio alimento.

- B) Las plantas descomponen los alimentos para liberar energía.
- C) Las plantas necesitan energía para crecer.
- D) Ninguna de las anteriores. El estudiante parece tener una comprensión adecuada.

18. Un profesor preguntó a sus estudiantes qué ocurre con el alimento que una planta no utiliza instantáneamente para el crecimiento o como energía. Un estudiante respondió,

“No hay alimento que no se utilice, porque las plantas utilizan todo el alimento inmediatamente.”

¿Qué indica esta respuesta sobre la comprensión de este estudiante sobre cómo utilizan su alimento las plantas?

- A) El estudiante *no* comprende que las plantas utilizan alimento como combustible o para construcción de material.
- B) El estudiante *no* comprende que las plantas almacenan alimento.
- C) El estudiante *no* comprende que las plantas descomponen su alimento.
- D) El estudiante tiene una comprensión correcta de cómo las plantas utilizan el alimento.

19. Durante una lección sobre energía, los estudiantes observaron cómo el profesor quemaba un malvavisco hasta ponerse negro, y después explotar. El profesor preguntó cómo el malvavisco quemado es un modelo sobre el proceso en el cual nuestros cuerpos obtienen energía de los alimentos. Un estudiante respondió,

“Cuando quemas el malvavisco, es descompuesto en sustancias más simples y alguna energía es liberada como calor. Ambas cosas también ocurren cuando nuestros cuerpos descomponen alimento para energía.”

¿Cuál de las siguientes actividades podría hacer el profesor para mostrar de otra forma que quemar un

trozo de alimento es un modelo de cómo extrae energía nuestro cuerpo de la comida?

- A) Estimar la masa del malvavisco antes y después de quemarlo para mostrar que la materia es transformada en energía durante el proceso.
- B) Colocar un vaso sobre el malvavisco que se quema para mostrar que el oxígeno es necesario para este proceso.
- C) Quemar un cacahuete para demostrar que otras sustancias además de los azúcares pueden ser quemadas.
- D) Medir el calor desprendido durante la quema del malvavisco para mostrar cómo se miden las calorías.

20. Durante una lección sobre plantas, la profesora preguntó a sus estudiantes cómo las plantas pueden sobrevivir en la noche cuando no hay luz solar para ayudarlas a producir alimento. Un estudiante respondió,

“Las plantas no necesitan elaborar alimento todo el tiempo, ya que pueden utilizar alimento almacenado en sus cuerpos. Es como los animales que pueden andar por un tiempo sin comer si tienen alguna comida almacenada.”

¿Cuál de los siguientes sería el próximo paso para que haga el profesor?

- A) Hacer que los estudiantes vean una simulación en computadora que muestre cómo las plantas utilizan todo su alimento para el crecimiento tan pronto como la producen.
- B) Explicar a los estudiantes que las plantas y los animales tienen diferentes necesidades energéticas, por lo que no utilizan el alimento para los mismos propósitos.
- C) Conducir un experimento en el que una planta es colocada en la luz, y otra es colocada en la oscuridad, después observar lo que ocurre con el tiempo.

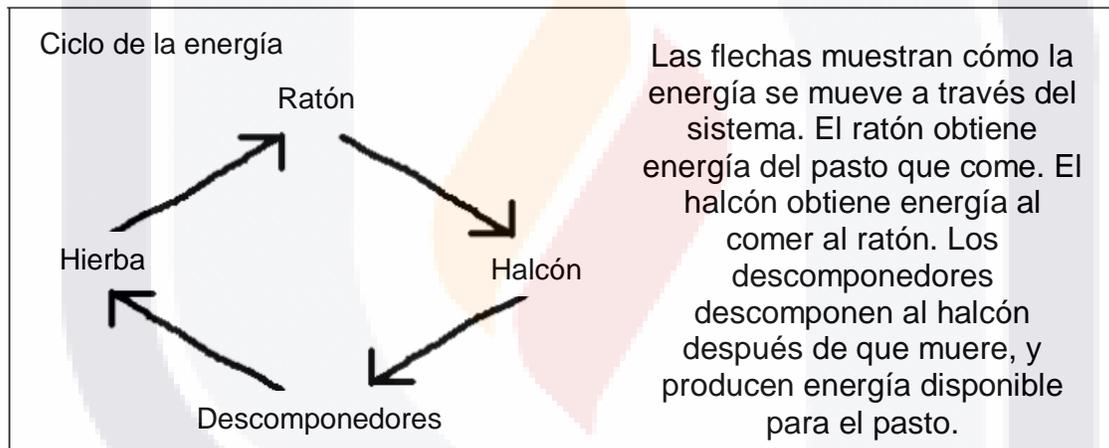
D) Reconocer que el estudiante tiene una buena comprensión, y avanzar a la siguiente lección.

21. Los estudiantes de una clase están buscando en internet información sobre el flujo de energía a través de sistemas vivientes. Un estudiante encontró un sitio con algunos enunciados que no son completamente correctos, por lo que el maestro debe clarificar el contenido. Uno de los enunciados del sitio web es el siguiente,

Toda la energía de un nivel trófico (ej. Productores) pasa al siguiente nivel (ej. Consumidores).

¿Qué debería hacer el docente para aclarar este enunciado al estudiante, en caso de ser necesario?

22. En una lección sobre el flujo de energía a través de los ecosistemas, un estudiante realizó el siguiente diagrama y escribió una breve explicación:



¿Cuál de las siguientes opciones describe una falla importante en la comprensión de este estudiante sobre el flujo de la energía, si es que hay alguna?

- A) El diagrama *no* muestra que los descomponedores también descomponen el pasto.
- B) El diagrama *no* muestra que hay más energía moviéndose entre algunos niveles tróficos que en otros.
- C) El diagrama *no* muestra que la energía no puede ser reutilizada, y además el sistema necesita constante ingreso de energía del sol.
- D) El diagrama es esencialmente correcto.

SECCIÓN 4: CONCEPCIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Nombre: _____

Todas las cuestiones que se plantean a continuación tienen la misma estructura: un texto inicial que plantea un problema y va seguido de una lista de frases que representan diferentes alternativas de posibles respuestas al problema planteado, y que están ordenadas y etiquetadas sucesivamente con una letra (A, B, C, D, etc.).

Se pide que valore su grado de acuerdo personal con cada una de estas frases escribiendo sobre el cuadrado a la izquierda de la frase el número que representa su opinión, expresado en una escala de 1 a 9 con los siguientes significados:

DESACUERDO				INDECISO	ACUERDO				OTROS	
Total	Alto	Medio	Bajo		Bajo	Medio	Alto	Total	No entiendo	No sé
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	N

En caso de que no pueda manifestar su opinión en alguna frase, escriba la razón:

E. No la entiendo.

N. No sé lo suficiente para valorarla.

Instrucciones: Lee con atención cada cuestión y las diferentes frases alternativas. Valora con sinceridad cada frase en su casilla correspondiente.

1. Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es:

- () A. El estudio de campos tales como biología, química, geología y física.
- () B. Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).
- () C. Explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y cómo funcionan.
- () D. Realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea.
- () E. Inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales).
- () F. Buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura).
- () G. Una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

técnicas para descubrir nuevos conocimientos.

- () H. Un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.
- () I. No se puede definir la ciencia.

2. La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:

- () A. Porque la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver cómo la tecnología podría ayudar a la ciencia.
- () B. Porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica.
- () C. Porque aunque son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas.
- () D. Porque la tecnología es la base de todos los avances científicos, aunque es difícil ver cómo la ciencia puede ayudar a la tecnología.
- () E. Ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa.

3. La política de un país afecta a sus científicos, ya que estos son una parte de la sociedad (esto es, los científicos no están aislados de su sociedad).

Los científicos están afectados por la política de su país:

- () A. Porque la subvención de la ciencia viene principalmente del gobierno que controla la manera de gastar el dinero.
- () B. Porque los gobiernos establecen la política científica dando dinero a algunos proyectos de investigación y no a otros.
- () C. Porque los gobiernos establecen la política científica teniendo en cuenta nuevas aplicaciones y nuevos proyectos, tanto si los subvenciona como si no. La política del gobierno afecta al tipo de proyectos que los científicos realizarán.
- () D. Porque la política limita y controla a los científicos diciéndoles qué investigación deben hacer.
- () E. Porque los gobiernos pueden forzar a los científicos a trabajar en un proyecto que éstos creen malo (por ejemplo, investigación de armamentos) y, por tanto, no permitir a los científicos trabajar en proyectos beneficiosos para la sociedad.
- () F. Porque los científicos son una parte de la sociedad y están afectados como todos los demás.
- () G. Porque los científicos tratan de comprender y ayudar a la sociedad, y porque, por su implicación e importancia para la sociedad, están estrechamente relacionados con esta.
- () H. Depende del país y la estabilidad o tipo de gobierno que tiene.

Los científicos NO están afectados por la política de su país:

- () I. Porque la investigación científica no tiene nada que ver con la política.
- () J. Porque los científicos están aislados de su sociedad.

4. Algunas culturas tienen un punto de vista particular sobre la naturaleza y los humanos. Los científicos y la investigación científica están afectados por las creencias religiosas o éticas de la cultura donde se realiza el trabajo.

Las creencias éticas y religiosas influyen en la investigación científica:

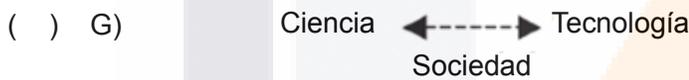
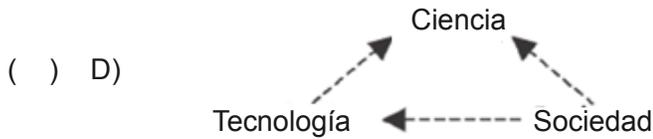
- () A. Porque algunas culturas quieren que se haga investigación específica cuyos resultados la beneficien.
- () B. Porque inconscientemente los científicos pueden elegir investigación que apoye las creencias de su cultura.
- () C. Porque la mayoría de los científicos no harían investigación que fuera contra su educación o sus creencias.
- () D. Porque todos reaccionamos de forma diferente ante nuestras culturas. Estas diferencias individuales de los científicos influyen en el tipo de investigación que hacen.
- () E. Porque grupos poderosos que representan a algunas creencias religiosas, políticas o culturales apoyarían determinados proyectos de investigación, o darían dinero para que no se hagan ciertas investigaciones.

Las creencias éticas y religiosas NO influyen sobre la investigación científica:

- () F. Porque la investigación continúa a pesar de los enfrentamientos entre los científicos y ciertos grupos religiosos o culturales (por ejemplo, entre partidarios de la evolución y defensores de la creación).
- () G. Porque los científicos investigarán temas que son de importancia para la ciencia y ellos mismos, independientemente de las opiniones culturales o éticas.

5. ¿Cuál de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad?

(Las flechas simples indican una sola dirección para la relación, y las dobles indican interacciones mutuas. Las flechas más gruesas indican una relación más intensa que las finas, y estas más que las punteadas. La ausencia de flecha, indica falta de relación).



6. La industria pesada ha contaminado enormemente los países industriales. Por tanto, es una decisión responsable trasladarla a los países no desarrollados, donde la contaminación no está tan extendida.

- () A. La industria pesada debería ser trasladada a los países no desarrollados para salvar nuestro país y sus generaciones futuras de la contaminación.
- () B. Es difícil de decidir. Trasladar la industria ayudaría a los países pobres a prosperar y también a reducir la contaminación de nuestro país. Pero no tenemos derecho a contaminar el medio ambiente de otros lugares.
- () C. No es cuestión de dónde esté localizada la industria pesada. Los efectos de la contaminación son globales sobre la Tierra.

La industria pesada NO debería trasladarse a los países no desarrollados:

- () D. Porque trasladar la industria no es una forma responsable de resolver la contaminación. Se debería reducir o eliminar la contaminación aquí, en lugar de crear más problemas en cualquier otro lugar.
- () E. Porque esos países tienen ya suficientes problemas sin añadir el problema de la contaminación.
- () F. Porque la contaminación debería ser limitada tanto como sea posible. Extenderla solo crearía más daños.

7. La ciencia y la tecnología pueden ayudar a la gente a tomar algunas decisiones morales (esto es, decidir cómo debe actuar una persona o un grupo respecto a otras personas).

La ciencia y la tecnología pueden ayudar a tomar algunas decisiones morales:

- () A. Haciendo que nuestra información sobre las personas y el mundo que nos rodea sea mejor. Esta información básica puede ayudar a enfrentarse con los aspectos morales en la vida.
- () B. Dando información básica; pero las decisiones morales deben ser tomadas por las personas.
- () C. Porque la ciencia incluye áreas como la psicología, que estudia la mente y los sentimientos humanos.

La ciencia y la tecnología NO pueden ayudar a tomar decisiones morales:

- () D. Porque ciencia y tecnología no tienen nada que ver con decisiones morales; solo descubren, explican e inventan cosas. Lo que las personas hacen con sus resultados no es asunto de los científicos.
- () E. Porque las decisiones morales se toman solamente en base a los valores y creencias de cada persona.
- () F. Porque si las decisiones morales se basaran en información científica, a menudo las decisiones conducirían al racismo, suponiendo que un grupo de gente es mejor que otro grupo.

8. Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país.

- () A. Sí, porque la tecnología siempre ha mejorado el nivel de vida y no hay razón para que no lo haga ahora.
- () B. Sí, porque cuanto más sabemos, mejor podemos resolver nuestros problemas y cuidar de nosotros mismos.
- () C. Sí, porque la tecnología crea trabajo y prosperidad. La tecnología ayuda a hacer la vida más agradable, más eficiente y más divertida.
- () D. Sí, pero sólo para aquellos que pueden usarla. Más tecnología destruirá puestos de trabajo y causará que haya más gente por debajo de la línea de pobreza.
- () E. Sí y no. Más tecnología haría la vida más agradable y más eficiente, PERO también causaría más contaminación, desempleo y otros problemas. El nivel de vida puede mejorar, pero la calidad de vida puede que no.
- () F. No, porque somos irresponsables con la tecnología que tenemos ahora; como

ejemplos podemos citar la desmedida producción de armas y el uso abusivo de los recursos naturales.

9. La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse mucho en su trabajo. La razón PRINCIPAL de su motivación personal para hacer ciencia es:

- () A. Ganar reconocimiento, ya que de lo contrario su trabajo no se aceptaría.
- () B. Ganar dinero, porque la sociedad presiona a los científicos a esforzarse por recompensas económicas.
- () C. Adquirir un poco de fama, dinero y poder, porque los científicos son como todos los demás.
- () D. Satisfacer su curiosidad sobre el mundo natural, porque les gusta aprender más y resolver los misterios del universo físico y biológico.
- () E. Resolver curiosos problemas para conocimiento personal Y descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad (por ejemplo, remedios médicos, soluciones a la contaminación, etc.). Todo esto junto representa la principal motivación de la mayoría de los científicos.
- () F. Inventar y descubrir nuevas cosas, desinteresadamente, para la ciencia y la tecnología.
- () G. Descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad (por ejemplo, remedios médicos, soluciones a la contaminación, etc.)
- () H. No es posible generalizar, porque la motivación principal de los científicos varía de uno a otro.

10. Hoy día, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas. La PRINCIPAL razón de esto es:

- () A. Los hombres son más fuertes, rápidos, brillantes y mejores en concentrarse en sus estudios.
- () B. Los hombres parecen tener más capacidad científica que las mujeres; estas pueden sobresalir en otros campos.
- () C. Los hombres están más interesados en la ciencia que las mujeres.
- () D. El estereotipo tradicional existente en la sociedad ha sido que los hombres son más listos y dominantes mientras que las mujeres son más débiles y menos lógicas. Este prejuicio ha causado que más hombres lleguen a ser científicos, aunque las mujeres son tan capaces en ciencia como los hombres.
- () E. Las escuelas no han hecho lo suficiente para animar a las mujeres a elegir cursos de ciencias. Las mujeres son tan capaces como los hombres en ciencia.
- () F. Hasta hace poco, se pensaba que la ciencia era una vocación de hombres y

se esperaba que la mayoría de las mujeres trabajasen en casa o en trabajos tradicionales; por tanto, la imagen pública del científico ha desanimado a las mujeres, mientras ha animado más a los hombres para hacerse científicos. Pero esto está cambiando hoy día: la ciencia se está convirtiendo una vocación de mujeres y se espera que estas trabajen en ciencia más y más.

- () G. Las mujeres han sido desanimadas o no se les ha permitido entrar en el campo científico. Las mujeres están tan interesadas por la ciencia y son tan capaces como los hombres; pero los científicos establecidos (que son hombres) tienden a desanimar o intimidar a las posibles científicas.
- () H. NO existen razones para tener más científicos que científicas. Ambos son igualmente capaces de ser buenos en ciencia, y hoy día las oportunidades son similares.

11. Cuando se propone una nueva teoría científica, los científicos deben decidir si la aceptan o no. Toman esta decisión por consenso; esto es, los que la proponen deben convencer a una gran mayoría de otros científicos para que crean en la nueva teoría.

Los científicos que proponen una teoría deben convencer a otros científicos:

- () A. Mostrándoles pruebas concluyentes que apoyen que la teoría es verdad.
- () B. Porque una teoría es útil para la ciencia solo cuando la mayoría de los científicos creen en ella.
- () C. Porque cuando un número de científicos estudian una teoría y sus nuevas ideas, probablemente la revisarán o actualizarán. En resumen, cuando se alcanza consenso, los científicos hacen más exacta la teoría.

Los científicos que proponen una teoría NO tienen que convencer a otros científicos:

- () D. Porque las pruebas que la apoyan hablan por sí mismas.
- () E. Porque cada científico decidirá individualmente si usa la teoría o no.
- () F. Porque cada científico puede aplicar la teoría individualmente, en la medida en que ésta explica resultados y es útil, independientemente de lo que crean otros científicos.

12. Cuando se desarrolla una nueva tecnología (por ejemplo, un ordenador nuevo, un reactor nuclear, un misil o una medicina nueva para curar el cáncer), puede ser puesta en práctica o no. La decisión de usar una nueva tecnología depende de que las ventajas para la sociedad compensen las desventajas.

- () A. La decisión de usar una nueva tecnología depende principalmente de los beneficios para la sociedad, porque si hay demasiadas desventajas, la sociedad no la aceptará y esto puede frenar su desarrollo posterior.
- () B. La decisión depende de algo más que solo las ventajas o desventajas de la tecnología. Depende de lo bien que funcione, de su coste y su eficiencia.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- () C. Depende del punto de vista que se tenga. Lo que es una ventaja para unos puede ser una desventaja para otros.
 - () D. Muchas tecnologías nuevas se han puesto en marcha para ganar dinero o alcanzar poder, aunque sus desventajas fueran más grandes que sus ventajas.
 - () E. Depende del tipo de nueva tecnología que se trate. En unos casos, la decisión dependerá de las ventajas o desventajas, y en otros, dependerá de otras cosas.

13. Muchos modelos científicos usados en los laboratorios de investigación (tales como el modelo del calor, el de las neuronas, del DNA o del átomo) son copias de la realidad.

Los modelos científicos SON copias de la realidad:

- () A. Porque los científicos dicen que son verdaderos; por tanto, deben serlo.
- () B. Porque hay muchas pruebas científicas que demuestran que son verdaderos.
- () C. Porque son verdaderos para la vida. Su objetivo es mostrarnos la realidad o enseñarnos algo sobre ella.
- () D. Los modelos científicos son muy aproximadamente copias de la realidad, porque están basados en observaciones científicas e investigación.

Los modelos científicos NO son copias de la realidad:

- () E. Porque simplemente son útiles para aprender y explicar, dentro de sus limitaciones.
- () F. Porque cambian con el tiempo y con el estado del conocimiento, como lo hacen las teorías.
- () G. Porque estos modelos deben ser ideas o conjeturas bien informadas, ya que el objeto real no se puede ver.

14. Aunque las investigaciones científicas se hagan correctamente, el conocimiento que los científicos descubren con esas investigaciones puede cambiar en el futuro.

El conocimiento científico cambia:

- () A. Porque los científicos más jóvenes desaprueban las teorías o descubrimientos de los científicos anteriores. Hacen esto usando nuevas técnicas o instrumentos mejorados para encontrar factores nuevos pasados por alto antes, o para detectar errores en la investigación original "correcta".
- () B. Porque el conocimiento viejo antiguo es reinterpretado a la luz de los nuevos descubrimientos; por tanto, los hechos científicos pueden cambiar.
- () C. El conocimiento científico PARECE cambiar porque puede ser distinta la

interpretación o la aplicación de viejos hechos; pero los experimentos realizados correctamente producen hechos invariables.

- () D. El conocimiento científico PARECE cambiar porque el nuevo conocimiento se añade sobre el anterior; el conocimiento antiguo no cambia.

15. Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico.

- () A. El método científico asegura resultados válidos, claros, lógicos y exactos. Por tanto, la mayoría de los científicos seguirán las etapas del método científico.
- () B. El método científico, tal como se enseña en las clases, debería funcionar bien para la mayoría de los científicos.
- () C. El método científico es útil en muchos casos, pero no asegura resultados. Por tanto, los mejores científicos también tendrán originalidad y creatividad.
- () D. Los mejores científicos son aquellos que usan cualquier método para obtener resultados favorables (incluyendo la imaginación y la creatividad).
- () E. Muchos descubrimientos científicos fueron hechos por casualidad, y no siguiendo el método científico.