



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades  
Área Académica de Ciencias de la Educación

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

***“Diagnóstico de la alfabetización científica  
promovida en alumnos de secundarias  
públicas. Un estudio de caso”***

TESIS QUE, PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

PRESENTA:

Ana Elena Rodríguez Ruíz

DIRECTOR DE TESIS:

Dra. Maritza Librada Cáceres Mesa

COMITÉ TUTORIAL:

Dr. Javier Moreno Tapia

Dra. Rosamary Selene Lara Villanueva

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, JUNIO, 2020.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
**Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades**  
*School of Social Sciences and Humanities*  
**Área Académica de Ciencias de la Educación**  
*Academic Area in Education Sciences*  
**Maestría en Ciencias de la Educación**  
*Master's Degree in Education Sciences*

No. Of. UAEH/ICSHu/ARACED/MCE/054/2020

**MTRO. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA U.A.E.H.**  
**P R E S E N T E**

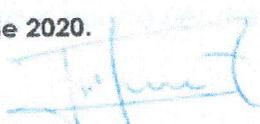
Con fundamento en lo establecido en el Capítulo VIII, artículo 73, Fracción V del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, los que suscriben, integrantes de la Comisión Revisora, nos permitimos informarle que examinando el proyecto de investigación titulado: **"Diagnóstico de la alfabetización científica promovida en alumnos de secundarias públicas. Un estudio de caso"** que para optar al grado de Maestra en Ciencias de la Educación, presentó la **Lic. Ana Elena Rodríguez Ruíz** con número de cuenta **394668**, matriculada en el programa de Maestría en su Onceava Generación 2018-2019, reúne las características de trabajo de tesis; por lo que en nuestra calidad de sinodales designados como Jurado, manifestamos la aprobación de dicho documento.

Por lo anterior, hacemos de su conocimiento que a la candidata antes referida se le otorga autorización para la impresión de la tesis y continuar con los trámites correspondientes para sustentar el examen de grado.

Sin otro particular y en espera de su valioso apoyo el cual nos permitirá cumplir con los objetivos institucionales, me despido enviándole un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"**  
Pachuca de Soto, Hidalgo, mayo 14 de 2020.

  
**DRA. ROSAMARY SELENE LARA VILLANUEVA**  
**Presidenta**

  
**DR. JAVIER MORENO TAPIA**  
**Secretario**

  
**DRA. MARITZA LIBRADA CÁCERES MESA**  
**Vocal**

  
**DR. ALBERTO SEVERINO JAÉN OLIVAS**  
**Director del ICSHu**

C.c.p.: Archivo.  
OGR/VCH\*



Carretera Pachuca-Actopan Km. 4 s/n,  
Colonia San Cayetano, Pachuca de Soto,  
Hidalgo, México; C.P. 42084  
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 ext. 4217  
maeduc@uaeh.edu.mx

[www.uaeh.edu.mx](http://www.uaeh.edu.mx)

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue dedicado a mi familia, a todos ellos, porque sin mi núcleo de vida que son ellos no sería nadie. En mis abuelos, se encuentra la raíz de mi ser, pilares fundamentales sin quien no tendría los padres maravillosos que me han formado.

En mis padres encuentro un sinfín de recuerdos y sentimientos, tengo una gran admiración por ellos como personas, como pareja y como padres; ellos no dejan de preocuparse, no dejan de ayudar, no dejan de estar, y nunca nunca dejan de amar al máximo.

A mis hermanos que han sido compañeros de tantas vivencias, han sido mi soporte, mis cómplices, y mis mejores amigos...sin ellos mi infancia no habría sido hermosa, y mi vida actual no estaría perfecta. Sé que siempre estarán para mí, y para ti hermana no tengo palabras, pues te agradezco tanto que siento que te he quedado a deber como hermana mayor.

En mi esposo e hija encuentro el futuro de mis días, mi esposo es tantos adjetivos y es quién ha soportado mi carácter bajo tanto estrés, por ello le agradezco su paciencia. Mi hija es la luz de mis días y noches, es quién ha dado vida a mi máxima expresión de felicidad, es mi motor de superación, es el motivo de tantas sonrisas, es quien ha cambiado mi vida, y por quien siempre querré ser mejor.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
I. RESUMEN .....	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	3
2.1 Preguntas y Objetivos .....	7
2.2 Justificación .....	8
III. ESTADO DEL CONOCIMIENTO .....	15
3.1 Estudios con enfoque constructivista sin énfasis en teorías específicas .....	16
3.1.1 Análisis de la categoría .....	26
3.2 Estudios con fundamento en el desarrollo de la inteligencia de Piaget.....	27
3.2.1 Análisis de la categoría .....	31
3.3 Estudios con fundamento teórico en el socio constructivismo de Vygotsky .	31
3.3.1 Análisis de la categoría .....	38
3.4 Estudios con fundamento teórico en el aprendizaje por descubrimiento de Bruner .....	39
3.4.1 Análisis de la categoría .....	46
3.5 Estudios con fundamento teórico en el aprendizaje significativo de Ausubel .....	46
3.5.1 Análisis de la categoría .....	48
3.6 Estudios con fundamento en la teoría del Cambio Conceptual.....	48
3.6.1 Análisis de la categoría .....	54
3.7 Reflexiones finales .....	55
IV. ELEMENTOS TEÓRICO CONCEPTUALES PARA EL ESTUDIO DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA .....	57
4.1 La alfabetización científica y su relación con la asignatura de ciencias .....	57

4.1.1 Alfabetización científica .....	57
4.1.2 Naturaleza de la Ciencia (NOS).....	66
4.1.3 Alfabetización científica en Programa de Aprendizajes Clave en Ciencia y Tecnología .....	68
4.2 Las teorías del aprendizaje y el paradigma constructivista para el estudio de la alfabetización científica .....	70
4.2.1 El Constructivismo .....	70
4.2.2 Epistemología genética de Piaget.....	74
4.2.3 El constructivismo social de Lev Vygotsky.....	76
4.2.4 El aprendizaje por descubrimiento de Jerome Bruner .....	78
4.2.5 Aprendizaje significativo de David Ausubel .....	81
4.2.6 El cambio conceptual de Strike y Posner.....	84
4.2.7 Aprendizaje significativo y cambio conceptual.....	88
4.2.8 Análisis entorno a los referentes teóricos .....	89
V. COMPRENSIÓN DEL CONTEXTO DE ESTUDIO .....	92
5.1 Introducción .....	92
5.2 Escuela Telesecundaria.....	93
5.2.1 Sujetos.....	95
5.3 Secundaria General .....	96
5.3.1 Sujetos.....	97
VI. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	99
6.1 Paradigma de Investigación.....	99
6.2 Tipo de estudio y enfoque de la investigación .....	102
6.3 Técnicas e instrumentos de investigación.....	105
6.3.1 Encuesta, a través de un cuestionario como instrumento.....	105
6.3.2 Entrevista, a través de un guion de entrevista semi-estructurada .....	106

6.3.3 Análisis de documentos mediante el análisis de contenido .....	107
6.4 Procedimiento de la investigación.....	108
6.4.1 Análisis del contenido del Programa de Aprendizajes Clave 2017 de Ciencias para nivel Secundaria .....	109
6.4.2 Cuestionario SUSSI .....	110
6.4.3 Entrevista semi-estructurada .....	120
VII. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	123
7.1 Introducción .....	123
7.2 Resultados del análisis de contenido del Programa de Ciencias Naturales y Tecnología 2017 .....	123
7.2.1 Finalidad propedéutica.....	124
7.2.2 Finalidad democrática.....	126
7.2.3 Finalidad funcional.....	127
7.2.4 Finalidad seductora.....	128
7.2.5 Finalidad utilitaria .....	129
7.2.6 Finalidad cultural.....	130
7.3 Resultados cuestionario SUSSI .....	130
7.3.1 Introducción .....	130
7.3.2 Prueba piloto.....	131
7.3.3 Área 1 - reactivos Likert.....	131
7.3.4 Área 2- preguntas abiertas .....	147
7.3.5 Análisis general del cuestionario SUSSI.....	156
7.4 Resultados entrevista semi-estructurada .....	163
7.4.1 Prueba piloto.....	163
7.4.2 Opiniones acerca de los programas de Ciencia de la SEP.....	167
7.4.3 Importancia de la ciencia .....	168

7.4.4 Estrategias de enseñanza y aprendizaje .....	169
7.5 Análisis general de instrumentos .....	170
VIII. CONCLUSIONES .....	177
8.1. Conclusiones.....	177
8.2 Recomendaciones .....	182
IX. REFERENCIAS .....	184
X. ANEXOS .....	194
10.1 Anexo 1- Cuestionario “Student Understanding of Science and Scientific Inquiry” .....	194
10.2 Anexo 2- Taxonomía Cuestionario SUSSI .....	196
10.3 Anexo 3- Resultados del análisis de contenido.....	198
10.4 Anexo 4- Frecuencia y porcentaje de puntajes obtenidos por género, en cada dimensión y en resultado general de SUSSI .....	205
10.5 Anexo 5- Frecuencia y porcentaje de puntajes obtenidos por escuela, en cada dimensión y en resultado general de SUSSI .....	208
10.6 Anexo 6- Resultados de los profesores por ítem en cada categoría.....	211
10.7 Anexo 7- Ejemplos respuestas de estudiantes para pregunta de cada dimensión.....	212

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Justificación del proyecto .....	53
<b>Figura 2.</b> Mapa Omitlán de Juárez .....	94
<b>Figura 3.</b> Mapa Atotonilco el Grande .....	97
<b>Figura 4.</b> Media total de los alumnos en cada dimensión .....	133
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de alumnos de cada género por rango de puntaje .....	137
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de alumnos de cada escuela por rango de puntaje .....	140
<b>Figura 7.</b> Resultados de concepciones de estudiantes por dimensión .....	148
<b>Figura 8.</b> Resultados de estudiantes en Observaciones e Inferencias .....	149
<b>Figura 9.</b> Resultados de estudiantes en Carácter tentativo de las teorías científicas .....	150
<b>Figura 10.</b> Resultados de estudiantes en Leyes científicas y teorías científicas	151
<b>Figura 11.</b> Resultados de estudiantes en Influencia social y cultural en la ciencia .....	152
<b>Figura 12.</b> Resultados de estudiantes en Imaginación y creatividad en investigaciones científicas .....	153
<b>Figura 13.</b> Resultados de estudiantes en Metodología en investigaciones científicas .....	154
<b>Figura 14.</b> Concepciones de profesores para pregunta abierta de SUSSI .....	155
<b>Figura 15.</b> Instrumentos de la investigación y su relación .....	176

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	44
Tabla 2 .....	58
Tabla 3 .....	95
Tabla 4 .....	97
Tabla 5 .....	118
Tabla 6 .....	121
Tabla 7 .....	124
Tabla 8 .....	134
Tabla 9 .....	135
Tabla 10 .....	136
Tabla 11 .....	138
Tabla 12 .....	139
Tabla 13 .....	141
Tabla 14 .....	142
Tabla 15 .....	142
Tabla 16 .....	145
Tabla 17 .....	163
Tabla 18 .....	165
Tabla 19 .....	196
Tabla 20 .....	198
Tabla 21 .....	205
Tabla 22 .....	207
Tabla 23 .....	208
Tabla 24 .....	210
Tabla 25 .....	211
Tabla 26 .....	212
Tabla 27 .....	213
Tabla 28 .....	214
Tabla 29 .....	215
Tabla 30 .....	216

Tabla 31 .....	217
----------------	-----

## **I. RESUMEN**

En la actualidad los avances de ciencia y tecnología que suceden a diario, han llevado a la educación científica a ocupar un lugar de suma importancia en las agendas educativas a nivel internacional, lo que ha impactado igualmente al sector educativo mexicano. La alfabetización científica es un concepto utilizado en las últimas décadas para definir a la educación en relación a la ciencia que es necesaria con objetivo de que todo ciudadano obtenga las capacidades requeridas para desenvolverse apropiadamente en el mundo actual; y aunque en México no es el término más empleado se decidió retomarlo por la tendencia internacional.

El tipo de educación que conlleva lograr una alfabetización científica en los estudiantes, representa un reto para todo actor educativo involucrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje; en el sistema educativo mexicano uno de los soportes de los profesores de Ciencia, para nivel de Secundaria en específico, es el Programa de Ciencias Naturales y Tecnología que emplean como base para impartir sus clases. Sin embargo la investigación ha sido insuficiente para responder a todas las interrogantes que surgen ante los pobres desempeños en el área de ciencias por parte de los estudiantes mexicanos.

Ha sido por estas condiciones que se pretendió colaborar con información al conocimiento existente relacionado a la didáctica de las ciencias, presentada en esta tesis el reporte de una investigación llevada a cabo como producto de la Maestría en Ciencias de la Educación en el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. El objetivo principal fue analizar la manera en que se fomenta la alfabetización científica en estudiantes de tercer grado de secundaria, en dos escuelas de diferentes modalidades de la misma.

El primer momento se desarrolló al iniciar esta investigación, posterior a la elaboración del estado del conocimiento y la definición de la corriente teórica que guiaría el estudio, fue el análisis de contenido del Programa de Ciencias Naturales

y Tecnología que fue empleado en el momento del trabajo; posteriormente se aplicó un cuestionario a estudiantes y docentes (de la clase de Ciencia) de tres grupos de cada escuela, el cual evaluaba la comprensión de la ciencia y la investigación científica, con una combinación de preguntas tipo Likert y preguntas abiertas; y finalmente se complementó la información obtenida con entrevistas semi-estructuradas dirigidas a los docentes.

Mediante una triangulación teórico-metodológica en el análisis de resultados se extrajo información que indica que como parte de una alfabetización científica, los estudiantes poseen mayores capacidades en el desempeño de pruebas remitidas a la evaluación de transmisión de conocimiento científico, que corresponde a la primera parte de la misma; por su parte, respecto a la segunda parte de la alfabetización científica, que es la naturaleza de la ciencia, los resultados obtenidos muestran que las nociones de los jóvenes sigue en transición, es decir que aún carecen de una visión informada de lo que es la ciencia, la investigación científica, y el desarrollo de ésta. Y a través de las respuestas obtenidas en las entrevistas puede destacarse la notoria necesidad de enfatizar en los docentes la comprensión de la importancia de la enseñanza adecuada de las ciencias.

En las conclusiones se encuentra información que alude, entre otros puntos, al gran reto que aún representa la enseñanza de las ciencias en el sector educativo mexicano, en el que se debe considerar a todos los actores involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como el contexto de los mismos. Por esto mismo se destaca la importancia de continuar contribuyendo a diferentes líneas de investigación que generen conocimiento, que permita mejorar la educación científica mexicana, que traería consigo una sociedad más preparada para el mundo global, y de esta manera se generarían reformas directas al país.

## II. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Vivimos en la sociedad del conocimiento y la información, caracterizada por continuos avances, transformaciones y descubrimientos, donde la ciencia y la tecnología tienen cada vez mayor importancia y a la vez se requiere contar con ciudadanos que puedan tomar decisiones fundamentadas respecto a las mismas. Estos referentes constituyen el sustento para impulsar una alfabetización científica para todos los ciudadanos y el desarrollo de una cultura científica, de forma que puedan contar con las competencias, los conocimientos y las destrezas prácticas que les permitan actuar con autonomía en diversos contextos.

Se puede hablar con certeza que el concepto de alfabetización científica nace por la necesidad de que la mayoría de la población disponga de los conocimientos científicos y tecnológicos precisos para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y requerimientos de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió & Vilches, 1997); perspectiva que solucionaría la deficiencia de conocimiento de la sociedad con relación a los saberes de la ciencia, por lo que no es de extrañarse que organismos internacionales de política educativa fuesen los primeros en hacer énfasis en la alfabetización científica.

En la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para Ciencia, en la declaración de 1999 de Budapest señalan; que para que un país pueda atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología, es un imperativo estratégico y más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y todos los sectores de la sociedad (Pérez & Vilches, 2006).

En una primera aproximación dicha alfabetización científica, significará, que la gran mayoría de la población dispondrá de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los

problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió y Vilches, 1997).

*Ante las demandas que plantean los nuevos retos educativos para el siglo XXI, la enseñanza de las ciencias viene recurriendo en los últimos años con insistencia a lemas como alfabetización científica y tecnológica, comprensión pública de la ciencia, ciencia para todas las personas cultura científica y tecnológica, educación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), etc. (Acevedo, Vázquez, & Manassero, 2003. p.81).*

Estos términos o lemas se ven reflejados en diversos informes de organismos de prestigio internacional, como la UNESCO (1990,1994), el *International Council for Science* (UNESCO-ICSU, 1999), el *International Bureau of Education* (Poisson, 2000) y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI, 2001); al igual que en asociaciones profesionales, por ejemplo de los EE.UU. la *American Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1990, 1993), la *International Technology Education Association* (ITEA, 2000), la *National Science Teachers Association* (1991) y el *National Research Council* (NRC, 1996). (Acevedo, Vázquez, & Manassero, 2003)

En el trabajo *El currículo en los debates y en las reformas educativas al horizonte 2030: para una agenda curricular del siglo XXI*, Amadio, Operti & Tedesco (2015) mencionan una necesidad de incluir a la alfabetización científica y digital como una reconceptualización de la alfabetización en lecto-escritura tradicional, para ser parte de la formación básica universal y obligatoria. Coincidiendo con este punto de vista se expresa en el trabajo de Pérez & Vilches (2006) que la alfabetización científica está ligada al debate de la ampliación de la escolaridad obligatoria, como necesaria para hacer posible un desarrollo futuro de los países y en el cual se hace énfasis en la educación secundaria como la etapa fundamental para plantear esta nueva cultura.

Por otro lado para los autores del libro *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica*: “la alfabetización científica se convierte en uno de los objetivos básicos y prioritarios de una educación inclusiva para todos” (p.7), ya que sin una alfabetización científica de los ciudadanos, las sociedades actuales se tornan invisibles al ambiente actual de información y comunicación. (Bennáassar et. al., 2010)

Una alfabetización científica de calidad y adecuada no sólo requiere un determinado nivel de conocimiento de ciencias, sino también un tipo de pensamiento riguroso y crítico, así como habilidades personales y sociales que ayuden a desenvolverse en una sociedad que crece en complejidad y en dependencia de la ciencia y la tecnología; esto implica que la enseñanza de las ciencias debe crear un verdadero pensamiento científico. (Ministerio de Educación de España, Instituto de Evaluación, 2010).

Los autores Bennáassar y otros (2010) hacen una descripción acerca de lo que abarca la enseñanza de las ciencias con el fin de alfabetización científica. El primer componente es el conocimiento de los conceptos, hechos y principios, de la ciencia y tecnología, que tradicionalmente constituyó el centro en la enseñanza de estas; el segundo componente o enfoque adquirido es la comprensión de la ciencia y tecnología como formas de obtener conocimiento válido sobre el mundo, esto se denomina naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT). Este concepto representa lo que constituye el mayor reto en innovación y arduo trabajo para los profesores de ciencias (Bennáassar, Vázquez, Manassero, & García, 2010).

El último informe del Programa para la Evaluación Internacional (PISA) a la fecha, que fue en el año 2015 se enfocó en la ciencia, debido a que ésta es indispensable y está presente en la vida diaria; aún más “en el contexto actual de constante flujo de información y cambios rápidos, todo el mundo necesita tener la capacidad de «pensar como un científico» para sopesar datos y llegar a conclusiones válidas; o de entender que la «verdad» científica puede ir cambiando con el tiempo, conforme se realizan nuevos descubrimientos y los humanos

desarrollamos una mayor comprensión de las leyes naturales y de las posibilidades y los límites de la tecnología” (OCDE, 2016).

En el trabajo de Ramos (2013) se pueden observar análisis de los resultados en la prueba de evaluación PISA para el área de ciencias, la cual es entendida como competencia científica; esta prueba que es realizada a los alumnos de 15 años puede representar en México la culminación de su educación básica, y a pesar que en el trabajo se hace referencia acerca de la baja complejidad que demanda la prueba, los resultados que tiene México están muy por debajo de la media; 416 puntos contra 493. Las competencias científicas evaluadas en PISA son tres: explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar indagaciones científicas, e interpretar datos y evidencias científicamente (Yus et. al., 2013) (Mariscal, López & Ramos, 2017).

Según el reporte México en PISA 2015 del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), el estado de Hidalgo tuvo un porcentaje de participación en estudiantes del 98% de acuerdo a los requerimientos de PISA (INEE, 2015); es decir que los resultados nacionales, mencionados en el párrafo anterior, son incluyentes y representativos del estado de Hidalgo.

En el sistema educativo Mexicano el nivel secundaria, es la culminación de la educación básica, que tiene como fin formar a los jóvenes de conocimientos y capacidades necesarios para la vida diaria (Secretaría de Educación Pública, 2011); ésta tiene tres modalidades que son: Secundaria Técnica, Secundaria General, y Telesecundaria; y como se ha mencionado el programa de ciencias pretende ciertos logros al culminar esta educación básica, que es con los alumnos de tercer grado. Es por esto que resulta para esta investigación de importancia tener como sujetos de estudio a los alumnos de este grado, que se ubican en particular en la escuela Secundaria General Lic. Jorge Viesca Palma del Municipio de Atotonilco el Grande, y de la Telesecundaria No. 03 de Omitlán de Juárez; ambos en el estado de Hidalgo.

Durante la práctica docente personal, así como de colegas; uno puede darse cuenta de la notoria necesidad de una enseñanza de ciencias que permita a los alumnos interesarse y adquirir nociones más allá de la mera transmisión de conocimientos, así mismo se ha podido percibir que la mayoría de los alumnos suelen presentar un rechazo hacia las clases relacionadas con estas materias, por sus experiencias previas que provocan una actitud apática para aprender nuevo contenido; por lo que se requiere que en el ámbito de los procesos de enseñanza aprendizaje se desarrollen actividades prácticas y de investigación, a partir de las cuales se generen experiencias significativas de aprendizajes en ciencias y actividades científicas para todos los estudiantes, que les permitan conseguir grados de alfabetización científica, sustentados en el valor de uso del saber científico.

## **2.1 Preguntas y Objetivos**

### **Pregunta General**

¿Cómo está siendo fomentada la alfabetización científica en los estudiantes de tercer grado de secundaria, en las modalidades de Telesecundaria en Omitlán de Juárez y la Secundaria General de Atotonilco el Grande?

### **Preguntas Específicas**

1. ¿Cuáles son las nociones de **investigación científica y Naturaleza de la Ciencia**, pertenecientes a la alfabetización científica, que poseen los docentes y estudiantes de tercero de secundaria?

2. ¿Cuáles son las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se desarrollan en la clase de ciencia para fomentar la alfabetización científica en los estudiantes de tercer grado de secundaria, en las modalidades de Telesecundaria en Omitlán de Juárez y la Secundaria General de Atotonilco el Grande?

### **Objetivo General**

Analizar cómo está siendo fomentada la alfabetización científica, en los estudiantes de tercer grado de secundaria, en las modalidades de Telesecundaria, en Omitlán de Juárez y la Secundaria General en Atotonilco el Grande.

### **Objetivos Específicos**

1. Diagnosticar las nociones de **investigación científica y Naturaleza de la Ciencia**, pertenecientes a la alfabetización científica, que poseen los docentes y estudiantes de tercero de secundaria, a través del cuestionario *Student Understanding of Science and Scientific Inquiry*.

Identificar cuáles son las estrategias de enseñanza y aprendizaje, que se desarrollan en la clase de Ciencias, orientadas a fomentar la alfabetización científica.

### **2.2 Justificación**

La enseñanza de las ciencias se encuentra en una época que necesita cambios acelerados y acciones, para que se pueda preparar a los estudiantes con la alfabetización científica requerida en cada individuo, en un mundo que tiene a la sociedad rodeada de avances científicos y tecnológicos que aumentan a diario, y que afectan en diversos ámbitos la vida de todas las personas.

En el artículo *Conocimiento científico, atajos cognitivos y opinión pública* de Javier Lorente (2017), publicado en la plataforma del Foro Económico Mundial, se habla de la importancia en crecimiento de la evidencia científica para la formación de la opinión pública:

La ciencia racional, insistían Inglehart y Welzel más de cuatro décadas después, se ha convertido en la principal fuente de autoridad en las sociedades modernas. No sorprende que los ciudadanos del siglo XXI estén especialmente atentos a lo que la ciencia tiene que decir a la hora de conformar una opinión sobre los temas que marcan la agenda.

Particularmente en los asuntos relacionados con el cambio tecnológico.  
(p.1)

Del documento Metas 2021 de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI en adelante) en referencia a la educación técnico profesional (ETP en adelante) se hace mención de la necesidad, en la población joven, de una educación que guíe a un futuro con una preparación más profesional; donde se hace hincapié en la importancia de la educación secundaria como un puente que atenderá a las demandas del desarrollo productivo de un país, dotándolos en este nivel educativo de competencias base que les permitirán posteriormente adquirir competencias específicas. (OEI, 2010)

Es decir que al adquirir en la educación secundaria una alfabetización científica adecuada, les dotará a los jóvenes de competencias que en un futuro les permitiría una formación permanente que les dé la oportunidad desempeñarse en profesiones que serán la herramienta para favorecer el desarrollo económico y social de un país. En cuanto a la alfabetización y educación a lo largo de la vida se hace mención de aprender a aprender como una de las competencias básicas que todos los alumnos deberían lograr para tener la capacidad de gestionar sus aprendizajes a lo largo de la vida; ya que de otra manera no sería posible ingresar al sector laboral ante la velocidad con la que se generan innovaciones y nuevos conocimientos. (OEI, 2010)

En el contexto que existe hoy día de una sociedad con avances de ciencia y tecnología inimaginables hace décadas, y que continúa en constante cambio, es necesario que cada persona tenga los conocimientos científicos necesarios para ser capaz de comprender y tomar decisiones bajo situaciones que se dan día a día; por ello según Bennássar y otros (2010) la alfabetización científica se ha convertido en uno de los objetivos básicos y prioritarios de una educación inclusiva y para todos; afirmando por tanto que:

Esta alfabetización orienta los currículos de ciencia y tecnología hacia la presentación de sus objetivos y contenidos en contextos útiles para

todos los estudiantes como ciudadanos (un principio básico de la denominada orientación ciencia-tecnología-sociedad), y cuando sea apropiado, con mayor insistencia en cubrir las necesidades de aquellos estudiantes que optan por una carrera en ciencia o tecnología. (p.7)

Por lo anterior podría considerarse esta alfabetización científica como parte de la alfabetización básica de la que hace mención la OEI en sus metas 2021, teniendo a ésta y a la educación a lo largo de la vida como prioridades políticas, e imprescindibles para asegurar el desarrollo de las personas y comunidades. En conexión con esto se menciona igualmente el énfasis en ampliar el espacio iberoamericano del conocimiento y fortalecer la investigación científica, como situación relevante que requiere de un esfuerzo sostenido en los próximos años; donde se defiende que en la medida en que la sociedad del conocimiento se acrecienta, lo hace igualmente el saber científico como un saber colectivo de una comunidad cultural.

No cabe duda de que el retraso educativo y social de los países iberoamericanos, aunado a sus profundas desigualdades, son los factores que están en el origen de la escasa presencia de los científicos e investigadores en el campo internacional. (p.137)

Habiendo presentado la conexión de estas metas educativas presentadas en el documento de la OEI, con el tema central de la investigación en cuestión que trata la alfabetización científica en educación secundaria, y que se ha presentado que es parte de los debates contemporáneos de educación; se puede decir que sin duda es un eje tratado actualmente, y que tiene estrecha relación con las reformas curriculares en materia de ciencias que se han venido llevando a cabo en países como México.

En el sitio web del Foro Económico Mundial (2017) en el artículo mencionado previamente en este capítulo, mencionan que:

Es posible que el conocimiento científico gane peso entre algunos sectores de la población, aquellos que gozan de un mejor nivel educativo.

Mientras, el recurso a atajos cognitivos permanecería entre quienes tienen niveles educativos más bajos, abriéndose una brecha (generacional y socioeconómica, entre otras) sobre la que es difícil anticipar consecuencias. (p.6)

Esta temática ha causado impacto en las reformas curriculares, teniendo como algunas finalidades, el saber científico como un saber colectivo de la comunidad cultural, ligado a sus propias raíces históricas y lingüísticas; la ampliación del espacio del conocimiento y el fortalecimiento de la investigación científica, así como el desarrollo tecnológico y la innovación.

La enseñanza de Ciencias en México con las reformas del 2003, 2006, y 2011 (RIEB- Reforma Integral para la Educación Básica) ha resaltado la importancia de las ciencias en la formación integral de los estudiantes, en la cual se promueve que durante y al final de la educación básica los alumnos estén inmiscuidos en la responsabilidad para con el desarrollo de sus “competencias para la vida”. Estas propuestas se pueden encontrar en el programa de estudios de la SEP (2011) y deben verse como una serie de saberes que el estudiante va construyendo a lo largo de su vida y no sólo en la educación formal sino también en la informal (Secretaría de Educación Pública, 2011).

Las competencias para la vida de las que hacen mención las reformas son: conceptos, habilidades, actitudes y valores; las cuales resaltan la importancia de las ciencias en la formación integral del alumno. En el programa de ciencias 2011 de la SEP de secundaria, que es el anterior al vigente actualmente, los estándares curriculares de ciencias hacen mención de una visión de una población que utiliza saberes asociados a la ciencia, que les provea de una formación científica básica al concluir los cuatro periodos escolares que tiene lugar al concluir la secundaria; esto lo presentan en un compendio de cuatro categorías que son: 1) Conocimiento científico, 2) Aplicaciones del Conocimiento Científico y de la Tecnología, 3) Habilidades asociadas a la ciencia, y 4) Actitudes asociadas a la ciencia (Secretaría de Educación Pública, 2011).

De vigencia actual se emplea el Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017), del cual se hará un análisis posterior, sin embargo los programas previos como el del año 2011, se menciona como antecedente de las reformas curriculares en ciencias que se llevaron a cabo; además de que dicho programa fue empleado para la educación secundaria de los previos grados de secundaria para los sujetos de estudio.

La elaboración del estado del conocimiento en torno a estudios sobre el tema, ha permitido observar que las investigaciones llevadas a cabo hasta ahora, como las de Lynn (2008), Romo (2008), Vallés (2013), Love (2014), Guevara (2014), Archila (2015), Lynn (2016), entre otras, se han centrado en evaluar aspectos o habilidades particulares pertenecientes a la alfabetización científica; y en México los estudios consultados son de igual manera coincidentes con esta característica, o de intervención para evaluación de propuestas pedagógicas.

El enfoque las investigaciones que tienen como objetivo contribuir con propuestas, impide para el caso particular de México poder detectar las debilidades, o en su caso fortalezas que se están o no desarrollando en los alumnos del país; no mostrando los resultados reales en base a la actualidad de la situación que se vive con los Programas de Ciencias de la SEP en sus diferentes entornos de aplicación.

Es común encontrarse con opiniones distintas de la que se defiende en esta tesis en la cual se sostiene una necesidad de alfabetización científica de toda la ciudadanía; sin embargo es imperativo estar preparado para ser capaz de debatir puntos de vista contrarios. En el trabajo de Pérez y Vilches (2006), se puede observar una manera inteligente y con fundamentos de sostener la educación ciudadana y alfabetización científica; responden preguntas como ¿es necesaria, realmente una formación científica para toda la ciudadanía? ¿Es posible alcanzar dicho objetivo? ¿Merece la pena el esfuerzo requerido? ¿A qué se debe el amplio rechazo por los estudios científicos? ¿Qué puede aportar realmente la ciencia a la educación ciudadana?

En el trabajo mencionado se demuestra incluso con ejemplos los fundamentos necesarios para defender la importancia de la alfabetización científica de los ciudadanos, que además de darles aptitudes para el mundo actual, también puede proveerles de un disfrute cultural, “[...] el goce generado por las construcciones científicas que han ampliado nuestra visión del universo, contribuyendo a liberarnos de numerosos prejuicios y transmitiéndonos la emoción de apasionantes desafíos [...]”. (Pérez & Vilches, 2006. p.50)

En el trabajo de Towne (2009), que tiene como objetivo evaluar si la adolescencia es un período crítico para los estudiantes de aprender habilidades de pensamiento formal, las cuales son necesarias para que un estudiante adquiera una alfabetización científica; demuestra bajo la teoría constructivista que guió su estudio, que sin duda los adolescentes son igualmente capaces como los post adolescentes de adquirir estas habilidades siempre y cuando se use el enfoque correcto para su aprendizaje, y a diferencia de los pre adolescentes que no lo lograron.

La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura; llevó a cabo un proyecto en el año 2011 que se presenta en el libro “Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos” (Albornoz, 2011), el cual tiene como objetivo conocer los motivos o razones, o factores que llevan a los estudiantes jóvenes a un rechazo por la elección de carreras científicas. Una de las problemáticas que motivaron fue la promoción de este tipo de carreras en los estudiantes, ya que se muestran datos en los que se observa en países latinoamericanos una cantidad de investigadores por debajo de la masa crítica; y las situaciones actuales de la sociedad en torno a diversos temas que tienen solución mediante capacidades científicas y tecnológicas.

Por tanto puede observarse que la alfabetización científica es un tema actualmente vigente en las agendas de educación, y en particular el objeto de estudio que tiene como finalidades hacer un análisis documental del programa Ciencias Naturales y Tecnología (2017) para identificar si se promueve una alfabetización científica en específico en el nivel educativo de secundaria, además

se llevará a cabo un cuestionario aplicado a docentes y alumnos para evaluar los conocimientos que poseen acerca de la naturaleza de la ciencia, y por último una entrevista a docentes y alumnos para indagar si se llevan a cabo ciertos aspectos mencionados en dicho programa.

Dicho trabajo se ubica en una de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC), del área de Ciencias de la Educación del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la UAEH; la cual es Diagnóstico, Evaluación y Planeación Educativa. Mediante la cual se apoya a “[...] la investigación educativa, haciendo un diagnóstico oportuno de necesidades, niveles de avance y desempeño educativo en diferentes actores y procesos, vinculándolos con las acciones de innovación y gestión de la calidad en los ámbitos institucionales y los procesos de evaluación y planeación orientados hacia la construcción de escenarios deseables futuros” (Miranda & Molina, 2002, p.1).

Por lo anterior mencionado la tesis en cuestión ayudaría a caracterizar las necesidades en torno a la alfabetización científica en dos entornos diferentes específicos, definiendo la magnitud del problema en torno a su enseñanza, mediante la cual al mismo tiempo se podría dar una idea acerca de los procesos y resultados de las acciones educativas. Esto contribuiría y significaría una base de información para la LGAC en futuras investigaciones, que permitirían incluso abrir opciones para decisiones políticas y administrativas en torno a la educación.

El diagnóstico que se llevó a cabo para visualizar la manera en que están adquiriendo los alumnos la alfabetización científica, fue en torno al Programa de Ciencias de la SEP (2017); el cuál es aplicado en el contexto, y mediante una evaluación mixta se apoyaría a tener un panorama acerca de los logros y deficiencias que se están obteniendo.

### III. ESTADO DEL CONOCIMIENTO

El presente estado del conocimiento acerca de la *Producción sobre alfabetización científica y enseñanza de las ciencias* pretende dar una aproximación al panorama actual acerca de algunas de las investigaciones que se han realizado en los últimos años en torno al trabajo de estudio, las cuales han sido consultadas para proveerse de una problematización y ayudar a la construcción del tema de estudio, y que igualmente ayudarán a reflexionar acerca de los alcances que puede tener éste. La selección documental mencionada abarca un período de tiempo del año 2003 al 2018.

Con tal propósito la revisión bibliográfica comprendió tesis y artículos de investigación que permitieron extraer elementos valiosos para el análisis, y sistemáticamente éstos se abordarán a continuación con los siguientes ejes temáticos, que hacen énfasis en los enfoques teóricos abordados como base para las investigaciones; y que contribuyeron a formar la misma base para este proyecto:

1. Estudios con enfoque constructivista sin énfasis en teorías específicas
2. Estudios con fundamento en el desarrollo de la inteligencia de Piaget
3. Estudios con fundamento teórico en el socio constructivismo de Vygotsky
4. Estudios con fundamento teórico en el aprendizaje por descubrimiento de Bruner
5. Estudios con fundamento teórico en el aprendizaje significativo de Ausubel
6. Estudios con fundamento en la teoría del Cambio Conceptual

### **3.1 Estudios con enfoque constructivista sin énfasis en teorías específicas**

Esta primera categoría hace referencia a los estudios que se percibió, se llevaron a cabo bajo un enfoque constructivista, pero sin hacer énfasis en una teoría en particular adscrita a dicho enfoque; cada uno se describe a continuación en un orden cronológico que permite vislumbrar la relevancia del constructivismo y su permanencia al pasar de los años, aunque el rango de los mismos sea corto.

La investigación que llevaron a cabo Liang, y otros (2006) fue publicada en el artículo **“Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSI): revision and further validation of an assesment instrument”**, ellos detectan que los demás instrumentos que existen para evaluar la NOS trabajan con un solo enfoque que es el cualitativo o el cuantitativo, y esto representa deficiencias para uno o el otro aspecto que se descarta; por lo que uno de sus objetivos es desarrollar un instrumento de evaluación capaz de satisfacer las deficiencias antes mencionadas, además reportando el desarrollo, revisión y validación del mismo.

Este instrumento SUSI pasó por un proceso de cuatro fases, la primera de ellas incluyó la elaboración del borrador y una prueba piloto con éste en USA y China, en la segunda fase elaboran la versión SUSI-1st con revisiones de la prueba piloto y de expertos, la tercera fase consistió en la aplicación de esta versión en USA, China y Turquía, y por último después de la revisión de esta aplicación se elabora la versión última SUSI-2nd que fue aplicada en los mismos países para la posterior revisión del instrumento acerca de la validez y confiabilidad.

Tiene la capacidad de ser aplicado tanto a docentes como alumnos en estudios de pequeña o gran escala; su última versión contempla seis dimensiones que están basadas en el modelo de aprendizaje K-12. Combina los enfoques cuantitativo y cualitativo para evaluar los puntos de vista de los estudiantes acerca de cómo se desarrolla el conocimiento científico.

El trabajo mencionado es muy detallado y se especifica cada parte del instrumento, así como la taxonomía también a utilizar para el análisis de los resultados de la aplicación del mismo; es considerado dentro de las conclusiones hechas por los autores que SUSSI supera los demás instrumentos de evaluación de la NOS en varios aspectos, su eficacia es alta porque provee múltiples maneras para los investigadores de examinar la validación y confiabilidad de los datos, SUSSI puede ser utilizado como un instrumento de evaluación de diagnóstico o de formación, para promover el aprendizaje de los estudiantes informando a los docentes acerca del pensamiento y razonamiento de sus estudiantes, y guiar a los docentes en decisiones instructivas. Afirman que SUSSI es el instrumento más adecuado para estudios comparados inter culturales porque ha sido probado en 3 países, y la combinación de los métodos cuantitativo y cualitativo mejoran la sensibilidad del instrumento para detectar influencias culturales.

Por su parte Vallés y Arranz (2013), en un estudio desarrollado relacionado con los **“Resultados de una secuencia de enseñanza innovadora para la comprensión de la naturaleza de la ciencia en educación secundaria”**, tuvo como objetivo el analizar resultados de la implementación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje con un enfoque constructivista para la comprensión de contenidos sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología; Vallés y Arranz (2013, p. 33-34) considerando al concepto como el componente que “[...] trata de comprender qué es la ciencia, cuál es su funcionamiento interno y externo... los métodos que emplea para construir, desarrollar, validar y difundir el conocimiento que produce, los valores implicados en las actividades científicas, las características de la comunidad científica [...]” toman éste que constituye el reto más innovador como su enfoque para la investigación.

La fase de intervención fue llevada a cabo en el Colegio IES Mariano Quintanilla de Segovia, con 40 estudiantes de 3° de ESO de tres grupos diferentes; a los cuales les fue aplicado como instrumento el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) para visualizar las

ideas que presentan los alumnos sobre la NdCyT. Y la secuencia de enseñanza aprendizaje implementada para tratar aspectos de la NdCyT que se titula *Investigando Dragones 1* que obtuvieron de los autores Vallés y Arranz (2013).

Los resultados del cuestionario que fue realizado previo y posterior a la secuencia, muestran una evolución que defiende la modificación de las ideas previas de los estudiantes, los índices actitudinales relacionados con la epistemología también variaron hacia valores más positivos tras la secuencia; aunque al final los alumnos no lograron entender que una ley y una teoría son dos formas distintas de conocimiento, así como también empeoran los índices actitudinales de la sociología de la ciencia. Pero en general los cuestionarios previo y posterior permitieron comprobar el grado de efectividad tras la implementación de la secuencia enseñanza aprendizaje.

Como parte de una alfabetización científica, Archila (2015) lleva a cabo una investigación acerca del **“Uso de conectores y vocabulario espontáneo en la argumentación escrita: aportes a la alfabetización científica”**, en la cual tiene como uno de sus objetivos resaltar la pertinencia de los trabajos que desvelen la argumentación escrita para promover la alfabetización científica fundada a partir del reconocimiento de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Ya que el estudio centra especial atención a la comprensión del lenguaje de las ciencias, “[...] a través de la argumentación escrita, en donde reconocer los conectores y vocabulario que los estudiantes emplean de manera espontánea, cuando elaboran escritos en relación a las ciencias, podría constituir un insumo en el diseño de estrategias escolares dedicadas al fomento de la alfabetización científica [...] (p.404).

Para tal estudio seleccionaron a cuatro estudiantes que realizaron análisis de cuatro cuentos que fueron tomados de un grupo de 545 escritos provistos por el programa CREA CIENCIA: EL CUENTO DE LA CIENCIAS®, el tratamiento de los datos constó de tres fases, a saber: • Identificación de los conectores empleados. • Clasificación de los conectores en Conjunciones de coordinación, Conjunciones de subordinación, Adverbios conjuntivos y Prefijos matrices de

frases. • Identificación y caracterización del vocabulario utilizado en la escritura de cuentos y su relación con las ciencias de la naturaleza. En esta fase se asume el vocabulario como una herramienta lingüística de enlace entre la argumentación escrita y la AC.

Tras los resultados que indican que los estudiantes carecen de un uso variado de conectores en el enlace de sus ideas, lo cual afecta la articulación y orientación del escrito; se indica que es posible que se requiera fomentar el empleo diverso de conectores en la escritura en ciencia escolar, y se enfatiza en la necesidad de realizar investigaciones acerca de cómo emplear en la práctica escolar los conectores y el vocabulario espontáneo de los estudiantes para enriquecer su alfabetización científica a través de la argumentación científica.

En este ámbito se encuentra la investigación realizada por Rossana (2016), como parte de su tesis de master, **“Scientific Literacy: the effects of incorporating literacy into a high school environmental science classroom”**; la cual tuvo como propósito estudiar los efectos de incorporar la alfabetización científica en un ambiente de salón de preparatoria, además a mediano plazo se pretendió cambiar de manera positiva los intereses y actitudes de los estudiantes acerca de temas ambientales, y a largo plazo la meta fue preparar a los estudiantes para convertirse en ciudadanos científicos preocupados.

Empleó instrumentos tanto de tipo cualitativo como cuantitativo, e incorporó un estudio de caso, un evento actual y una documentación; los métodos usados fueron evaluación del contenido de conocimiento de los estudiantes, sus actitudes y confianza. Los datos fueron recolectados usando evaluaciones previas y posteriores al tratamiento, fuentes y entrevistas; además los datos de los profesores fueron recolectados usando observaciones de los profesores y estudiantes de clase.

Las variables en las que se basa la pregunta de investigación fueron: distintas habilidades académicas, razones para tomar el curso, y actitudes de los estudiantes. Las preguntas de investigación fueron las siguientes:

Pregunta General:

- ¿Cuáles son los efectos de enseñar alfabetización científica en un salón de clase de ciencia de preparatoria?

Preguntas consecuentes:

1. ¿Cuáles son los efectos en los estudiantes, en contenido de conocimiento, de la alfabetización científica en un salón de clase de ciencia de preparatoria?
2. ¿Cuáles son los efectos en los estudiantes, en actitudes, de la alfabetización científica en un salón de clase de ciencia de preparatoria?
3. ¿Cuáles son los efectos en los estudiantes, en confianza, de la alfabetización científica en un salón de clase de ciencia de preparatoria?
4. Por último, ¿Incrementando la alfabetización científica en un salón de clase de ciencia de preparatoria, incrementará el logro académico de los temas actuales de ciencia ambiental, y ayudará a facilitar su rol de convertirse en futuros científicos ciudadanos?

El proyecto de intervención consistió en tres unidades de ciencia ambiental en preparatoria, previo a la implementación a los estudiantes se les proveyó de tres pruebas. La primera consistió en una prueba de actitudes relacionadas a la ciencia de tipo Likert (TOSRA), que fue utilizada para evaluar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia en general (70 preguntas); la segunda prueba fue la Rossana Scientific Literacy Survey (RSLs), desarrollada por la autora, esta fue aplicada previamente, durante y posterior a la intervención, 60 preguntas que correlacionan el contenido y materiales auxiliares para las tres unidades de estudio; la tercera prueba fue la Rossana Confidence Survey (RCS) con preguntas de tipo Likert. Administrada previa, durante y después de la intervención, con un total de 13 preguntas; y la cuarta prueba fue la Rossana Confidence and Attitude Survey (RCAS), que fue administrada únicamente previo y posterior al tratamiento con 13 preguntas.

Para el análisis de los resultados se emplearon escalas propias para cada una de las evaluaciones, y éstos mostraron un incremento en la implementación de la comprensión del material de contenido de los estudiantes; para la encuesta de la

alfabetización científica desde el análisis previo al tratamiento hasta el momento intermedio del tratamiento indicaron que hubo un aumento general del 97% en el conocimiento del contenido de los estudiantes. Por otra parte los resultados de la encuesta entre mitad de tratamiento al pos tratamiento indicaron un aumento del 37%; y el análisis comparativo entre la evaluación previa y posterior al tratamiento indicó que hubo un aumento general del 170% en el conocimiento del contenido.

Por estos resultados concluyó el autor que los efectos de enseñar alfabetización científica fueron por sobre todo positivos, incluso estudiantes que no tenían interés posterior en seguimiento de la ciencia, indicaron que la ciencia es una gran parte de nuestro mundo; además el uso de un estudio de caso, un documental, un evento actual, y auxiliares de libros de texto mostraron que los estudiantes ganaron conocimiento gradualmente de conceptos a lo largo del curso de estudio. Sin embargo los efectos del estudio acerca de las actitudes de los estudiantes fueron decepcionantes, el resultado esperado para las actitudes fue ver un incremento en conforme el estudio progresaba, pero éstas disminuyeron.

Por su parte Tesiny (2016) en su tesis “**How the use of current events in an earth science classroom affects student scientific literacy**”, lleva a cabo un estudio con objetivo de explorar si el uso de eventos actuales en una clase de ciencia puede incrementar la alfabetización científica, el conocimiento contenido, y compromiso. Su pregunta principal de investigación fue: ¿El uso de eventos actuales en el salón de clase podrá atraer a los estudiantes mientras se les guía en el camino de la alfabetización científica?

La pregunta surge de detectar que los estudiantes experimentan una desconexión entre el aula de clases y el mundo natural, y dificultades al aplicar efectivamente en sus vidas la información que obtienen en el salón. Y hoy en día muchos eventos actuales en nuestra sociedad se enfocan alrededor de la ciencia de la tierra; por lo que hay una necesidad para alfabetizar científicamente a los ciudadanos que sean capaces de tomar decisiones informadas que guiarán las habilidades de nuestra sociedad a manejar y superar cambios que suceden en nuestro planeta.

Metodológicamente se trabajó con un grupo control y un grupo sin tratamiento, para ambos hubo una evaluación previa y una posterior; el grupo control fue provisto de una instrucción de eventos actuales con contenido relacionado a volcanes y temblores. Se emplearon estudiantes de dos clases de ciencia correspondientes al 11 y 12 grado, con un total de 58 estudiantes; el estudio se enfocó en el uso de artículos de eventos actuales en el salón de clase, y como afecta el entendimiento de los estudiantes del contenido, la alfabetización científica, y el compromiso de los estudiantes durante la unidad.

Ambas unidades, con y sin tratamiento, incluyeron una evaluación previa y posterior de 10 preguntas de opción múltiple; además respondieron un cuestionario de 9 preguntas tipo Likert antes y después de la instrucción de eventos actuales para examinar los datos cuantitativos en el compromiso de los estudiantes, y la relevancia del contenido. La prueba Wilcoxon Signed Rank fue usada para el análisis de datos con fin de determinar alguna tendencia o cambios significativos en las actitudes de los estudiantes y su compromiso. La unidad de tratamiento de temblores incluyó una anotación de los estudiantes del evento actual, y 5 respuestas escritas a las preguntas dependientes del texto para los estudiantes con fin de analizar la información como aplicada a las aplicaciones del mundo real. Y seis preguntas abiertas de respuesta corta fueron usadas para obtener datos cualitativos acerca de las actitudes de los estudiantes torno a la ciencia, y el uso de eventos actuales para ambos proyectos, con y sin tratamiento.

Como resultados las percepciones de los estudiantes medidas a través del cuestionario tipo Likert no mostraron mejora significativa, el cuestionario Wilcoxon Signed-Rank no mostró mejora en los resultados previos y posteriores al tratamiento; sin embargo las fuentes de compromiso de los estudiantes si mostraron una mejora significativa cuando los eventos actuales fueron usados en el salón de clase, en comparación de un tema del libro de texto que no usa eventos actuales.

Por lo anterior concluye que cuando se observan los datos cualitativos y cuantitativos obtenidos en esta investigación acción, hay una desconexión en el

pensamiento de los estudiantes entre el aula y su exterior, el mundo real; incluso el uso de un evento actual para guiar la instrucción de una unidad no resultó en ningún cambio significativo para aprender y el conocimiento del contenido en este estudio. El único hallazgo significativo fue en el compromiso al usar eventos actuales en comparación usando los libros de texto.

Por su parte Blancas (2017), publicó los resultados de un estudio titulado **“¿Qué alfabetización científica se promueve en la educación obligatoria en México? Un análisis de las finalidades educativas”**, en el marco del XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa (COMIE). Su objetivo fue realizar un análisis de los planteamientos curriculares de ciencias, vigentes para la educación obligatoria en México; siendo el centro de análisis identificar qué alfabetización científica se promueve a través de las finalidades educativas.

Identificando como problemática el pobre énfasis que se tiene hacia el análisis y reflexión de hasta qué punto lo propuesto en el currículo de ciencias contribuye, o no, a que la AC pueda ser desarrollada; siendo el currículo un criterio clave para ofrecer recursos a las escuelas y, además, para definir determinadas normas de operación, así surge la importancia de valorar y reflexionar en torno a lo que se propone en el currículo. Por tanto en tal investigación se hizo referencia a los propósitos, objetivos o intenciones atribuidas a la enseñanza de las ciencias, incluidas en los Programas de estudio 2011 de educación preescolar, primaria y secundaria, así como el Marco Curricular Común (MCC) de la Educación Media Superior.

Metodológicamente se llevó a cabo un análisis cualitativo de la retórica pedagógica presente en la documentación mencionada, identificando, en las finalidades educativas, aspectos específicos de la alfabetización científica como una manera de aproximarse a las ideas presentes; basándose en la descripción de tales finalidades de la educación en ciencias para la ciudadanía, según el autor Acevedo (2004) describe son seis, y se enuncian a continuación:

Propedéutica: Se centra fundamentalmente en la enseñanza de los contenidos que se necesitan para proseguir estudios científicos en los niveles postobligatorios de la educación.

Democrática: Presta especial atención al ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática. Prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología y tomar decisiones razonadas sobre ellas.

Funcional: No se ignoran los contenidos científicos más ortodoxos, pero éstos se subordinan a la adquisición de capacidades más generales que se demandan en el mundo profesional.

Seductora: Se centra en los contenidos científicos habituales en medios de comunicación de masas: documentales de televisión, revistas de divulgación científica, internet, etc. A veces se tiende a mostrar los contenidos más espectaculares y sensacionalistas.

Utilitaria: Prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones relacionadas con los denominados transversales, tales como salud e higiene, consumo, nutrición, educación sexual, seguridad en el trabajo, educación vial, etc.

Cultural: Se promueven contenidos globales, más centrados en la cultura de la sociedad en la que viven los alumnos que en las propias disciplinas científicas, pudiendo incluir a otros de los tipos anteriores. (Blancas, p. 4-5)

Para el análisis de los documentos curriculares utilizó el software MAXQDA, que sigue la propuesta de Gee del año 2005, basado en el análisis del discurso, lo que permitió utilizar datos provenientes de distintos documentos, sin la necesidad de la transcripción del texto, así como el análisis conjunto o separado. Una vez obtenido el desglose de los datos, el autor prosiguió con el trabajo analítico y de reflexión.

Como resultados, el autor generó una tabla incluyendo las categorías, la frecuencia de prevalencia en los documentos (FP) y algunos ejemplos de los distintos documentos curriculares; donde se observa que desde los propósitos educativos asociados a la enseñanza de las ciencias se promueve una AC que da énfasis a la adquisición de capacidades generales y fundamentales, asociadas con el mundo de las ciencias y las básicas necesarias para desenvolverse en la sociedad.

En las conclusiones mencionó que los propósitos de la enseñanza de ciencias, coinciden con “[...] las tendencias educativas a nivel internacional, que destacan la formación de ciudadanos responsables, conscientes y críticos, capaces de tomar decisiones responsables y enfrentarse a una diversidad de situaciones cuyas causas y/o posibles soluciones tienen un origen científico o tecnológico. (pág. 8)” Igualmente menciona la escasez de estudios sobre el tema de investigación en el campo que considere al currículo como objeto de análisis.

Por su parte Senar, Senol y Ösgur (2017) han llevado a cabo un estudio titulado **“Validity and Reliability Analyses for the Nature of Science Instrument Secondary (NOSI-S)”** con el objetivo de evaluar la validez y confiabilidad del instrumento de evaluación de la NOS llamado Nature of Science Instrument Secondary (NOSI-S), este instrumento fue elaborado por Peoples (2012) y los autores lo adaptaron para ser aplicado en secundarias Turcas tras identificar que no existían herramientas disponibles con las propiedades psicométricas apropiadas para determinar la visión de la NOS en estudiantes de secundaria; lo cual fue un trabajo arduo que conllevó distintos tipos de análisis para asegurar su confiabilidad y validez, pero que permitiría en estudios futuros acerca de la NOS en secundaria usarlo como una herramienta de medición válida y confiable.

La problemática de investigaciones que han demostrado que las visiones de los estudiantes y docentes acerca de la NOS no son consistentes con la visión actual de ciencia, que la mayoría de estudiantes y docentes tienen concepciones erradas acerca de la NOS; mientras que existe una creciente importancia en

desarrollar estrategias en la enseñanza del contenido de la misma, ya que son los docentes quienes educarán a las siguientes generaciones.

El estudio fue llevado a cabo en tres fases, la primera consistió en el proceso de traslación de la información para adaptar el instrumento para estudiantes de secundaria en NOSI-E, la segunda etapa fue el estudio piloto de NOSI-S, y por último el análisis de confiabilidad y validación de NOSI-S. Para determinar el análisis de la validez de la escala fue utilizado el CFA (Confirmatory Factor Analysis) y el alfa de Cronbach para la confiabilidad.

Dentro de las conclusiones se menciona que la adaptación de una escala es un proceso que requiere especial atención y cuidado, así como experiencia y control del objeto de la escala y la cultura a la cual será adaptada; además el análisis de los reactivos se realizó en detalle durante el proceso de adaptación del instrumento NOSI-S en Turco.

### **3.1.1 Análisis de la categoría**

De entre los estudios citados en esta categoría se ha percibido una fuerte tendencia al reporte del efecto de la aplicación de metodologías de enseñanza innovadoras, en materia de alfabetización científica; así mismo se encuentra aquí la misma tendencia de innovación para el diseño de instrumentos de evaluación de la misma temática. Este hecho permitió vislumbrar, desde el enfoque constructivista, la importancia que ha tenido el evolucionar tanto en el proceso de enseñanza-aprendizaje como en el área de su evaluación, para ir a la par de los cambios que rodean al mundo en cuanto a ciencia y tecnología, que exigen en las aulas de ciencias se prepare a estudiantes capaces de construir conocimiento interconectado con los sucesos que acontecen a la sociedad que le rodea a nivel local y global.

### **3.2 Estudios con fundamento en el desarrollo de la inteligencia de Piaget**

Esta segunda categoría hace referencia a los estudios llevados a cabo con fundamento en la teoría del desarrollo de la inteligencia de Jean Piaget, por lo que a continuación se hará una breve descripción de cada uno de ellos, y un análisis general de las investigaciones con el objetivo de crear un panorama acerca de diversas características que podrán contribuir al trabajo propio.

Dentro de esta categoría se encuentra el trabajo de tesis **“Measuring Experimental design Ability: A Test To Probe Critical Thinking”** de Lynn (2008), quien lleva a cabo un estudio para diseñar, implementar y determinar la efectividad de la prueba para la habilidad de diseño experimental EDAT (Experimental Design Ability Test); y de esta manera si los métodos de evaluación propuestos miden efectivamente el diseño de habilidades experimentales, poder encontrar la manera en que los datos puedan ser utilizados para lograr las metas educacionales de producir pensamiento crítico que promueve la alfabetización científica en los alumnos universitarios.

El objeto de estudio surge de la necesidad del desarrollo del pensamiento crítico como un objetivo primordial de la educación, por esto mismo es que el sistema educativo ha puesto énfasis en esta meta; además que los instrumentos disponibles para el pensamiento científico suponen limitaciones, más en pero el pretendido de diseñar no será caro o difícil de calificar, y medirá efectivamente este tipo de pensamiento. El autor se ha basado en la Teoría de Piaget (1983), centrándose en la etapa final, Operacional Formal; además de Perry (1970,1981) quien desarrolla un modelo que describe los niveles de desarrollo cognitivo, y así mismo de Bloom (1956) que describe las etapas de evaluación del aprendizaje cognitivo.

Se analizó la utilidad de EDAT administrándolo a estudiantes adscritos en cursos de biología en grupos tanto de enseñanza experimental, como de enseñanza tradicional; al inicio del curso y una vez más al final. Igualmente fue aplicado el instrumento The California Critical Thinking Disposition Inventory

(CCTDI), el cual fue una estrategia de evaluación previa y posterior para determinar si hay una relación o no entre los resultados de CCTDI y resultados de EDAT. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se empleó el software Minitab 15 Statistical Software (2008), y el análisis de correlación entre EDAT y CCTDI fue realizado utilizando el programa STATISTICA (2008).

Los resultados de la investigación indican que los estudiantes de los grupos del curso introductorio de biología que incorporaron experimentos de diseño, provocaron mejorías en su habilidad para diseñar experimentos comparados con sus pares enrolados en los grupos que usaron laboratorios tradicionales. Al finalizar el periodo los estudiantes que recibieron prácticas en diseño experimental, tuvieron mejoras en sus resultados en la EDAT, no importando la edad, género, y año escolar; o su disposición inicial de pensamiento crítico como fue medida por el CCTDI. Los datos muestran que los estudiantes pueden hacer mejorías significantes estadísticamente en algunos elementos disposicionales del pensamiento crítico en un período corto de 16 semanas, mientras que previas investigaciones habían encontrado mejorías significativas tras años en lugar de un semestre.

Una de las conclusiones indica que al retar a alguien a pensar por sí mismo mediante el diseño y ejecución de sus propios experimentos facilita el proceso de pensamiento crítico. Además los hallazgos indican que la EDAT es sensible a la implementación en habilidades de diseño experimental, ya que los estudiantes que fueron expuestos a laboratorios de diseño estudiantil mostraron mejoras significantes en sus habilidades de diseño experimental; mientras que los que no fueron expuestos no mostraron tales mejoras.

Al hablar de estudiantes de secundaria nos encontramos con personas que se encuentran en una etapa de la vida conocida como adolescencia, la cual es estudiada por Towne (2009) en su tesis doctoral, investigación que llevó como título **“Is Adolescence a Critical Period for Learning Formal Thinking Skills? A Case Study Investigating the Development of Formal Thinking Skills in a Short-Term Inquiry-Based Intervention Program”**, para averiguar si realmente

esta edad es apropiada para que los alumnos desarrollen habilidades de pensamiento formal, además el segundo objetivo pretendió averiguar si un programa centrado en las habilidades de pensamiento formal puede mejorar la inteligencia de los estudiantes, y por último objetivo este estudio ayudará a comenzar a responder la pregunta de si la inteligencia puede o no ser mejorada con instrucción, así como un nuevo enfoque potencial de alguna atención de una comunidad de educación hacia el desarrollo de las habilidades del estudiante como oposición al contenido de puro conocimiento.

En contexto del tema de alfabetización científica y para establecer la relación que tiene con la investigación mencionada, el autor afirma que en gran medida que los estudiantes norteamericanos no obtengan una correcta alfabetización científica se debe a que estos no han siquiera adquirido las habilidades de pensamiento formal, y las cuales son necesarias para ello.

Su trabajo se basa en la teoría constructivista del conocimiento que es una extensión lógica de la teoría de desarrollo intelectual de Piaget y la construcción social de Vygotsky del razonamiento, entre otras influencias; fue desarrollado con un grupo de control de 32 estudiantes que no han desarrollado ningún tipo de habilidad de pensamiento formal, en un rango de 10 a 16 años, que fueron puestos bajo un curso intensivo de intervención de 4 semanas con base en el desarrollo de dos habilidades: controlar y excluir variables, y manipular razones y proporciones.

Los instrumentos utilizados fueron: un pre-test y pos-test de un grupo de control para el razonamiento formal de habilidades e inteligencia en los estudiantes, además una prueba de salón de razonamiento científico para medir la habilidad de pensamiento formal, y el instrumento de RPM (Matrices Progresivos de Raven) para la inteligencia.

Los resultados mostraron que el programa de intervención fue satisfactorio en el desarrollo de habilidades de pensamiento formal en los estudiantes. Se concluye que los pre adolescentes (10-11 años) fueron incapaces de aprender

habilidades de pensamiento formal, y que si bien la post adolescencia también puede permitir a los alumnos desarrollar estas habilidades, los adolescentes lo hacen de mejor manera que los pre adolescentes.

En este mismo año se encuentra el estudio llevado a cabo por Love (2014) en su tesis **“The effects of teaching the nature of science on higher order thinking skills in a freshmen level physical science high school course”**, la cual realizó en la Universidad del Estado de Montana (Montana State University). Con la liberación de los Estándares de la Próxima Generación de Ciencia en Abril de 2013 surgió la necesidad de re trabajar el curriculum para hacer tiempo de enseñar a los estudiantes a pensar. Por tanto el proyecto se centró en intentar verificar si los estudiantes mejoraron en su capacidad para analizar, sintetizar y evaluar la información científica; esto como efecto de enseñar la NOS en las habilidades de pensamiento de orden superior en un curso de secundaria de primer año, el cual es un tema principal en los estándares de la NOS cómo se destaca en la taxonomía de Bloom (1956).

Como metodología el procedimiento que utilizó el autor fue el siguiente:

- Durante el verano de 2013, desarrolló una unidad de Naturaleza de la Ciencia la cual usó los 8 puntos de referencia publicados en los Estándares de Ciencia de la Próxima Generación.
- Previo al inicio de la unidad, el entendimiento de los estudiantes de la NOS fue evaluado usando un pre cuestionario.
- El método empleado para la enseñanza de la NOS incluyó Imágenes pictoriales de Gestalt, retos de black-box, y rompecabezas resolviendo actividades.
- Las tres habilidades de pensamiento de orden superior, análisis, evaluación y síntesis, como las subraya la Taxonomía de Bloom fueron evaluadas previamente y posterior a la unidad.
- Incluyeron también una actividad previa y posterior a la unidad de intervención, en las cuales los estudiantes contaron con 40 minutos para la

resolución de Treatment Advanced Developing Scientist Written Assignment.

Los resultados en general no mostraron mejoría pronunciada, sin embargo la incorporación de la NOS dentro del curriculum de ciencia puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior. Se concluye que el valor de este estudio y estudios similares podría proporcionar una mayor comprensión del desarrollo biológico y las capacidades del cerebro de los adolescentes en cuanto a si el cerebro desarrolla sus habilidades abstractas y de razonamiento en una línea de tiempo biológica natural o si estas habilidades del cerebro pueden aprenderse realmente en una edad más joven. Además enseñar la NOS a los estudiantes les provee de una plataforma con la oportunidad de aprender a pensar como científicos.

### **3.2.1 Análisis de la categoría**

En las investigaciones pertenecientes a esta categoría pudo observarse el uso distinto a una única teoría de sustento, a diferencia de ello emplearon como base para su estudio diferentes teorías constructivistas; otra característica detectada fue la implementación y/o desarrollo de distintas metodologías de enseñanza, o instrumentos de evaluación (pensamiento crítico en este caso), que resolvieran las deficiencias detectadas que impedían obtener los resultados pretendidos. Si bien el último estudio descrito no hace mención de la teoría de Piaget, y emplea como base la taxonomía de Bloom, se ha adjuntado en esta categoría debido a la naturaleza del estudio que hace énfasis en el pensamiento de orden superior en el dominio cognoscitivo.

### **3.3 Estudios con fundamento teórico en el socio constructivismo de Vygotsky**

Esta tercera categoría describirá a continuación de manera breve los estudios hallados en relación a la alfabetización científica, y que tienen como base teórica el socio constructivismo de Lev Vygotsky; ordenados cronológicamente con objeto de visualizar la continuación de su uso.

En este ámbito se recuperan las aportaciones de Navarro & Förster (2012) en su estudio **titulado “Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico”**, que tuvo dos objetivos: 1) analizar el nivel de alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia que presentan los estudiantes de secundaria, estableciendo comparaciones por sexo y nivel socioeconómico (NSE), y 2) evaluar la relación entre alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia. Estos pretendidos tienen su raíz en el hecho que pone de manifiesto una escasa alfabetización científica de la población chilena, la cual se considera clave para el desarrollo del capital humano y económico de los países; y que sin embargo para Chile las mediciones internacionales son poco alentadoras, lo que representa un problema no resuelto a lo largo del sistema.

Además relacionado a la alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia, identificaron por literatura la influencia de variables, entre ellas el sexo de los estudiantes y el NSE; por ello la relevancia de estudiar ambos constructos. Los autores se basan en el concepto de alfabetización científica de PISA conducido por la OCDE, que es el siguiente:

“la capacidad de un individuo de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias respecto de temas relativos a la ciencia, comprender los rasgos específicos de la ciencia como una forma de conocimiento y búsqueda humana, ser consciente de cómo la ciencia y tecnología dan forma a nuestro mundo material, intelectual y cultural, y tener la voluntad de involucrarse en temas relativos a la ciencia y con ideas científicas, como un ciudadano reflexivo” (OCDE, 2009, p.128)

Por otra parte la alfabetización científica no se categoriza por tenerla totalmente o no tenerla, por ello hacen referencia a Bybee (1997) quien sugiere que tiene cinco niveles: 1) analfabetismo científico, 2) alfabetización científica nominal, 3) alfabetización científica funcional y tecnológica, 4) alfabetización científica conceptual y procedimental, 5) alfabetización científica multidimensional.

Metodológicamente utilizaron dos instrumentos, el primero fue una prueba de alfabetización científica basada en la taxonomía de Bybee con un total de 20 ítems de opción múltiple; y el Test of Science Related Attitudes de Fraser (1981) (TOSRA, “Escala de actitudes relacionadas a la ciencia”), compuesto por 70 ítems distribuidos en 7 subescalas: 1) implicaciones sociales de la ciencia, 2) estilo de vida de los científicos, 3) actitud hacia la investigación científica, 4) adopción de actitudes científicas, 5) agrado por las clases de ciencia, 6) interés por la ciencia durante el tiempo libre y 7) interés en carreras científicas.

El análisis de datos fue descriptivo e inferencial, y los resultados mostraron que su mayoría posee un nivel funcional de alfabetización científica y actitudes a la ciencia moderadamente favorables; en cuanto a la relación con el NSE, cuanto más alto es éste, los niveles de alfabetización científica y las actitudes hacia la ciencia son más positivos. Y para el elemento del sexo no se observaron diferencias para ninguno de los dos ámbitos entre hombres y mujeres. Por lo anterior los hallazgos muestran que el interés de los estudiantes condiciona su aprendizaje, y elecciones y decisiones en el día a día.

Otro estudio perteneciente a esta categoría es de Navarro (2013), quien en el artículo “**Factores explicativos de la alfabetización científica en medio ambiente en estudiantes chilenos**” reporta una investigación; la cual tuvo como objetivo explicar la variabilidad observada en alfabetización científica en medio ambiente en estudiantes chilenos con edad de 15 años, tomando en cuenta las variables propias del estudiante y la escuela, así como su contexto familiar. Han justificado esta investigación con el hecho de que en Chile no se conocen estudios de análisis de la alfabetización científica en medio ambiente, y que además haya empleado un análisis de multinivel para explicar su desempeño.

La problemática en torno a este tema también señala que si bien existe una relevancia de la alfabetización científica en medio ambiente, no hay muchos estudios que aborden su evaluación y análisis; además la medición de PISA en 2006 puso énfasis en esta temática, en específico con el estudio *Green at fifteen?*, el cual muestra una ubicación de los países latinoamericanos por debajo de la

media. Asimismo los antecedentes señalan una necesidad de analizar las variables de la realidad chilena por las que existe una diferencia de desarrollo en cuanto a la alfabetización científica en medio ambiente en los estudiantes chilenos.

Para efectos de este estudio se consideraron 4970 estudiantes correspondientes de 144 escuelas, como indicador de la alfabetización científica en medio ambiente se utilizó el índice de medio ambiente construido en el contexto *Green at fifteen?* de la OCDE en el año 2009. Las variables explicativas fueron agrupadas en dos conjuntos:

- a) variables del estudiante: puntaje en lectura, sexo, ISEC (Índice Socioeconómico y Cultural).
- b) variables de la escuela: efecto pares, selectividad académica, tipo de colegio (público o privado), actividades escolares para promover el aprendizaje sobre temas de medio ambiente, escasez de profesores de ciencia calificados en el establecimiento educacional.

Para el análisis de datos se utilizó un análisis de correlación de Pearson entre las potenciales variables explicativas, y luego con el puntaje de medio ambiente; y los resultados mostraron en el primer modelo de análisis que la competencia lectora es la variable de mayor poder explicativo de la alfabetización científica en medio ambiente, y el ISEC en este caso no fue significativo. Por otro lado en el segundo modelo el ISEC resultó la variable diferenciadora, y en ambos modelos el sexo apareció como vínculo menos favorable para las mujeres. Finalmente en las diferencias entre los estudiantes, en ambos modelos el efecto pares muestra un resultado estadísticamente significativo.

Con los resultados obtenidos concluye que el análisis efectuado muestra que las variables predictivas del desempeño en medio ambiente son la lectura, el sexo, el ISEC y el efecto pares; además de estos el factor más explicativo de las

diferencias en logro de competencias en medio ambiente es la lectura, que a su vez constituye una dimensión que puede trabajarse en la escuela y es un foco de desarrollo de aprendizaje escolar muy significativo. Afirma la autora “Saber leer y comprender discursos específicos de ciencias ambientales promueve una mayor participación en el debate público y su relación con la sociedad y el medio ambiente, aspectos claves de la alfabetización científica”.

Por su parte, Guevara (2014) en su tesis **“Conocimiento sobre naturaleza de la ciencia que poseen los profesores de escuelas secundarias del distrito federal y sus manifestaciones en la enseñanza de las ciencias”**, considerando a la NOS como un elemento clave de aprendizaje en la alfabetización científica de los alumnos, pero teniendo al docente como pieza clave para la transmisión de esta, su investigación tiene como sujetos a estos docentes de escuelas secundarias del Distrito Federal con la hipótesis que habla de una incorrecta alfabetización científica en los estudiantes debido al carente conocimiento de la misma en los docentes.

De los objetivos de esta investigación, la primera fue identificar las nociones que poseen los docentes de secundaria del Distrito Federal sobre la naturaleza de la ciencia e investigación científica, y cómo se reflejan tales nociones en sus prácticas de enseñanza, además de conocer algunas ideas que maestros y alumnos de escuelas secundarias del Distrito Federal tienen sobre NOS, igualmente relacionar el conocimiento que poseen los docentes y alumnos de la NOS con algunos rasgos de la enseñanza-aprendizaje en el aula, también poner a prueba el instrumento de evaluación SUSSEI, un instrumento dual, compuesto por reactivos tipo Lickert y preguntas abiertas, que ha probado en su validez en aplicaciones realizadas en diversos países; así como conocer las opiniones de los alumnos en cuanto a sus experiencias en el desarrollo de proyectos cuando sus profesores tienen concepciones adecuadas y cuando tienen concepciones ingenuas de la NOS.

La problemática por la cual el autor trabaja esta investigación reside en el bajo aprendizaje en ciencias que muestran los alumnos Mexicanos registrado por

la prueba PISA, además los valores de los alumnos de Iberoamérica están por debajo de los obtenidos por los pertenecientes a los países desarrollados de la OCDE.

Este autor hace uso de un instrumento de evaluación de la NOS llamado SUSSI que aplica a docentes y alumnos, en otra de las categorías éste se retoma con más detalles perteneciente al trabajo de Liang y otros (2006). En SUSSI mezclan preguntas tipo Lickert y preguntas abiertas relacionadas con lo mismo para evaluar las visiones de los estudiantes sobre la NOS y el desarrollo científico; la aplicación del mismo se llevó a cabo de manera aleatoria con una muestra de 10 escuelas, con 60 profesores y 90 alumnos.

El enfoque combinado del instrumento SUSSI tanto cuantitativo como cualitativo, es una forma de triangulación que tiene la posibilidad de aumentar la confianza de los resultados, y éstos demostraron que los profesores tienen concepciones débilmente informadas sobre NOS, además se comprobó que el mayor o menor conocimiento de los docentes sobre ésta no se refleja de manera significativa en sus prácticas de enseñanza. Gracias a tales resultados el autor concluye que éstos pueden ser de utilidad en la formación de profesores y en el diseño de los programas de ciencias de secundaria; además de que indica que las evidencias no son suficientes para inferir que los alumnos de profesores con puntuaciones altas en conocimiento de NOS tengan, a su vez, mejores resultados en sus concepciones acerca de la misma.

Por otra parte Senler (2015) publica un artículo llamado **“Middle School Students-Views of Scientific Inquiry: An International Comparative Study”**, el cual habla de la investigación del mismo que tuvo como objetivo indagar las nociones que tienen los estudiantes de secundaria sobre la investigación científica, esto en dos diferentes contextos que serían Estados Unidos y Turquía.

Las preguntas de investigación de dicho trabajo fueron las siguientes: 1) ¿Hay diferencia entre las nociones de investigación científica de los estudiantes de secundaria de Estados Unidos y Turquía?, 2) ¿Hay alguna diferencia en las

nociones de los estudiantes sobre la investigación científica con respecto a los diferentes aspectos de la misma?

Dicho trabajo nace de la visión que se percibe de la alfabetización científica como centro del debate entre la comunidad de educación científica, siendo indicado que ésta sea parte principal de las reformas de ciencia en muchos países; y se ha enfatizado en la importancia de la naturaleza de la ciencia y la investigación científica como componentes fundamentales de la alfabetización científica. Entre los países de este estudio se han llevado a cabo diversas investigaciones comparadas con fines de encontrar semejanzas y diferencias entre sus sistemas educativos, sin embargo las que contemplan las nociones de los estudiantes son escasas.

Fue realizado con un total de 489 estudiantes de nivel secundaria, 238 pertenecientes a Estados Unidos y 251 de Turquía; el instrumento aplicado fue Views of Scientific Inquiry –Elementary (VOSI-E, Lederman & Ko, 2003) para evaluar las opiniones de los alumnos respecto a la investigación científica; dicho instrumento fue traducido y adaptado para su aplicación en Turquía.

Para el análisis de los resultados las respuestas fueron evaluadas holísticamente a través del cuestionario, basado en una rúbrica que categorizó cada una de ellas; y una serie de la prueba chi al cuadrado de las pruebas independientes fueron utilizadas para examinar las diferencias en opiniones de investigación científica como un efecto de los países respectivos.

Los resultados revelaron que hay una diferencia significativa al nivel 0.05 en las nociones de investigación científica entre los estudiantes de cada país, Las muestras pertenecientes a Estados Unidos mostraron nociones más contemporáneas, y la mayoría de ellos tenía opiniones informadas a diferencia de los estudiantes Turcos. Estos resultados mostraron ser parte de lo esperado debido a que el currículum de Estados Unidos lleva más tiempo enfocado en la investigación científica por sobre el currículum Turco. Pero cabe mencionar que el

programa de educación actual de ciencia para los docentes en Turquía, incluye un curso específico en naturaleza de la ciencia e investigación científica.

En seguida se escribe sobre el artículo **“Los fines de la educación científica y la formación inicial del profesorado de secundaria”** (Poyato, Pontes & Olivia, 2017), el cual tuvo como objetivo la obtención de información útil para aportar a futuras mejoras en el proceso de formación inicial de los profesores de este nivel educativo. Los datos fueron obtenidos en el marco de un proyecto de innovación docente de varios años en la Universidad de Córdoba (España).

Surge de la problemática que representa la importancia del enfoque reflexivo en la formación del profesorado, en la cual el conocimiento del docente de carácter implícito tiene influencia sobre la actuación del profesor; que a su vez tiene un impacto directo en los alumnos a través del proceso de enseñanza-aprendizaje. El estudio se llevó a cabo con 63 alumnos y alumnas de las especialidades Biología-Geología, Física-Química, la metodología de análisis fue esencialmente cualitativa basada en la clasificación y categorización de las ideas de los participantes en cada cuestión presentada, posterior a ello se contabilizaron las ideas básicas que formaban parte de cada respuesta y se realizó un análisis de frecuencias y porcentajes.

Dentro de los resultados obtenidos se menciona que la mayoría del alumnado del máster entiende que es muy importante llevar a cabo una enseñanza de la ciencia que aumente el interés hacia ésta y su aprendizaje, pero en cambio sobre la formación que necesita el profesorado para acometer entre otras estas enseñanzas, apelan a soluciones que tienen más que ver con métodos más tradicionales.

### **3.3.1 Análisis de la categoría**

Proveniente de este apartado o categoría, es de resaltar que debido a la base teórica de Vygotsky, y por ello la importancia del contexto en la interacción social, se observa una tendencia a sobresaltar la relación entre diversas variables que se encuentran conectadas en el proceso de enseñanza- aprendizaje; como

por ejemplo variables del estudiante y la escuela como el contexto familiar, el sexo del estudiante, su nivel socioeconómico, su índice cultural, la afición de la actitud hacia la ciencia por parte del estudiante, o la formación del profesorado. Tantos factores que no son independientes al proceso mencionado, son estudiados de diversas y distintas maneras para analizarlos adecuadamente, lo que significa a su vez, la elaboración y/o uso de diversos instrumentos.

### **3.4 Estudios con fundamento teórico en el aprendizaje por descubrimiento de Bruner**

Esta cuarta categoría se centra en el fundamento que aporta la teoría de Jerome Bruner, que hace énfasis en el aprendizaje por descubrimiento, empleada en estudios acerca de la alfabetización científica; los cuales son descritos uno a uno a continuación de manera cronológica.

El trabajo de investigación de Romo (2008) llevado a cabo para la elaboración de su tesis **“El uso de trabajos prácticos por indagación como estrategia para acercar a los alumnos del bachillerato al conocimiento de la NOS”**, en el marco de su investigación describe distintas definiciones que se han dado a lo largo del uso de este concepto; su investigación tiene como objetivo principal plantear una alternativa de enseñanza experimental con la cual se pudieran apreciar diferencias en la adquisición de algunos elementos sobre el concepto de naturaleza de la ciencia con respecto a la enseñanza experimental tradicional, utilizando como propuesta un modelo basado en el modelo empleado por el consejo estadounidense de investigación (National Research Council, o NRC); siendo su pregunta general: ¿Los estudiantes adquieren más elementos sobre la NOS mediante trabajos prácticos por indagación?

Esta investigación fue realizada con alumnos del bachillerato quienes cursaban la asignatura de Química en el Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México, posterior a la visualización de la problemática que indica una necesidad en los alumnos de adquirir una formación científica que los eduque como ciudadanos, así como la escasa cultura sobre qué es la ciencia; y siendo importante no sólo comenzar a trabajar en las reformas

sugeridas por la investigación didáctica, sino también formando a los nuevos docentes para que las innovaciones tengan un alcance adecuado.

Fue aplicada una secuencia de tres actividades prácticas por indagación a un grupo con la enseñanza experimental propuesta, y un grupo con la enseñanza experimental tradicional; los instrumentos que se utilizaron para la obtención de resultados además de los trabajos prácticos, fueron dos cuestionarios con reactivos tipo Likert, el “Cuestionario de Bell y otros (2011), y un segundo cuestionario de Good, Cummins y Lyon (2000)”.

Con ayuda de pruebas estadísticas que consistieron en un estudio del tamaño del efecto de la intervención experimental sobre los alumnos, y en una prueba de diferencia entre dos proporciones utilizando el estadístico t de student; fue posible para el autor llegar a la conclusión, en sus palabras:

“[...] se puede decir que los trabajos prácticos por indagación pueden modificar algunas ideas de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia, pues ellos llegan a convencerse de que la ciencia se construye en comunidad, que no sigue un método rígido y que el diseñar experimentos requiere creatividad. Si esta serie de actividades se implementaran desde los cursos básicos, es muy probable que se adquirieran muchas otras de las ideas de personas informadas sobre este concepto”. (p.100)

En este mismo año Camacho & Pereira (2013) publican un artículo llamado **“La dimensión procedimental en las competencias extracurriculares: aportes a la alfabetización científica”**, de su investigación que tuvo como fin analizar los aportes de la alfabetización científica que se derivan del proyecto OLICOCIBI (Olimpiadas Costarricenses de Ciencias Biológicas) que pretende forjar la Educación Biológica desde un espacio de competición extracurricular que coincide con lo consensuado en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI; en específico las preguntas de investigación fueron las siguientes:

- ¿Cómo es la aplicación de los conceptos biológicos en el campo científico por parte del estudiantado, en términos de una construcción de dimensión procedimental de AC?
- ¿Cuáles son los aportes de las OLICOCIBI a la construcción y fomento de dicha dimensión en los y las alumnas participantes?

En la competición se aplicaron dos pruebas (una eliminatoria seguida de otra final) a estudiantes de secundaria de 6 circuitos educativos, incluyendo un espacio para la evaluación de una pequeña investigación (tanto su ejecución práctica como la sistematización de resultados a través de un pequeño artículo y su exposición oral), con el fin de fomentar la adquisición y el ejercicio de destrezas científicas.

La incorporación de elementos de la alfabetización científica fue bien aceptada por ser una innovación relevante como actividad de interés y proyección social; ya que en la actualidad la alfabetización científica ha adquirido una gran importancia en investigaciones, publicaciones, congresos y encuentros. Los sujetos de estudio fueron los participantes de la III OLICOCIBI, haciendo un total de 54 estudiantes de XI y XII nivel del Sistema Educativo Costarricense; los instrumentos se aplicaron en la fase final de tal Olimpiada que se llevó a cabo en la Estación de Ciencias Marino Costeras (ECMAR). Tales instrumentos consistieron en un cuestionario titulado “Evaluación formativa sobre el trabajo práctico por parte del estudiantado”, y un instrumento con escala Likert denominado “Evaluación formativa del trabajo práctico estudiantil por parte del guía”.

Los datos recolectados fueron analizados mediante SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) y Excel (Microsoft). Los resultados mostraron, entre otros datos, que mediante esta actividad “se inicia a los estudiantes en la comprensión y ejecución de protocolos científicos, además ejemplo de la asimilación y del cumplimiento de procedimientos científicos a través de la aplicación e interpretación de conceptos; igualmente al haber llevado a cabo esta

práctica de campo ha dado a los estudiantes la capacidad de actuar con los principios correctos para la Ciencia, y de dotarlos de habilidades y destrezas científicas.

Como conclusión los autores registran acciones ligadas a una labor de alfabetización científica y de dimensión procedimental, como: (a) trabajo según lineamientos del método científico, (b) respeto del protocolo establecido, (c) labor regida por valores científicos y (d) optimización en la toma de datos.

Por su parte, en esta investigación consultada en el artículo **“Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio”**, Casal (2013) lleva a cabo un estudio con el objetivo de desarrollar una secuencia didáctica que facilite la apertura gradual de los trabajos prácticos de laboratorio, y que promueva la reflexión del alumnado mediante la expresión escrita y la comprensión de la naturaleza social del conocimiento científico. Esto haciendo promoción a los trabajos prácticos de actividades investigadoras, y no al tipo de trabajos que se remite a actividades descriptivas o ilustrativas, ya que son las del primer tipo las que favorecen el interés y la implicación del alumnado.

La secuencia como parte de una metodología de investigación acción fue llevada a cabo con siete grupos de quince alumnos de distintas generaciones de 2º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO en adelante) de España, cursando la asignatura de Ciencias Naturales; que estuvo compuesta por tres trabajos prácticos, a lo largo de los cuales se realiza una introducción gradual a actividades más investigadoras. Cabe mencionar que este estudio formó parte de un proyecto denominado C3 sobre Creación del Conocimiento Científico que tiene como objetivo el desarrollo de meta-actividades de duración anual orientadas a enseñar al alumnado sobre la naturaleza de la ciencia, y fomentar en el alumnado el desarrollo de actitudes, habilidades y competencias científicas como el diseño de experimentos, el análisis de datos y la construcción social de conclusiones.

La técnica empleada para los trabajos fue una propuesta de secuencia de apertura experimental, en cada actividad se van abriendo a la decisión del alumnado otras partes del proceso de modo que ellos protagonizan cada vez una mayor parte del proceso, y adquieren paulatinamente las habilidades requeridas. Y tras cada una de estas prácticas el alumnado redactó un informe siguiendo la estructura de los artículos científicos, los cuales fueron valorados junto con las observaciones que se realizaron en el aula.

Como resultados se expone que esta secuencia reforzó el carácter socioconstruccionista de la ciencia, la calidad de los textos del alumnado mejoró, así como la agilidad del alumnado en el uso del vocabulario y su dominio de la actividad creció notablemente a lo largo de la secuencia didáctica. Se concluye que tras actividades prácticas de carácter investigativo se pueden lograr distintos aprendizajes con ayuda también de una correcta apertura de secuencia experimental.

El trabajo a continuación fue publicado en un artículo llamado **“Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria”**(Franco-Mariscal, 2015), tuvo como objetivo presentar una propuesta de trabajo, para alumnos de educación secundaria, la cual tiene como fin desarrollar en estos competencias científicas mediante un trabajo de investigación en una situación contextualizada; estas competencias poseen siete dimensiones según lo propuesto, que son: planteamiento de la investigación, manejo de la información, planificación y diseño de la investigación, recogida y procesamiento de datos, análisis de datos y emisión de conclusiones, comunicación de resultados, y actitud o reflexión crítica y trabajo en equipo y las cuales a su vez refieren a distintas capacidades. Se pueden observar en la tabla a continuación (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Distintas capacidades de cada dimensión de la competencia científica según la propuesta de Franco-Mariscal en una enseñanza-aprendizaje por investigación*

<b>Dimensión</b>	<b>Capacidades</b>
1. Planteamiento de la investigación	Capacidad para identificar e interesarse por problemas científicos Capacidad para definir los objetivos de una investigación Capacidad para formular las hipótesis de una investigación
2. Manejo de la información	Capacidad para buscar información en diferentes fuentes y valorarla de forma crítica y objetiva
3. Planificación y diseño de la investigación	Capacidad para identificar variables Capacidad para diseñar una metodología de investigación Capacidad para diseñar experiencias
4. Recogida y procesamiento de datos	Capacidad para observar sistemáticamente Capacidad para seleccionar y emplear el instrumento de medida más adecuado Capacidad para procesar los resultados en distintos formatos (tablas, gráficas, etc.)
5. Análisis de datos y emisión de conclusiones	Capacidad para interpretar los resultados Capacidad para formular conclusiones
6. Comunicación de los resultados de la investigación	Capacidad para dar a conocer los resultados
7. Actitud-Reflexión crítica y trabajo en equipo	Capacidad para reflexionar de forma crítica sobre los resultados de la investigación Capacidad para trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones

Fuente: Franco-Mariscal (2015)

El estudio de caso basado en un enfoque constructivista y con investigación aplicada fue llevado a cabo con un grupo de diez alumnos de tercero de secundaria en el Instituto Juan Ramón Jiménez ubicado en Málaga, España. La problemática que trata alude a la necesidad, del desarrollo de competencias clave en estudiantes de secundaria, que hacen mención organismos como la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos); además también se menciona que pretende recuperar la potencialidad de la investigación que ha sido ignorada por la mayoría de los profesores en sus metodologías de enseñanza.

La investigación escolar que llevaron a cabo los alumnos fue el “Estudio del comportamiento corrosivo de aleaciones metálicas en una disolución de cloruro de sodio”<sup>1</sup>; para cada una de las dimensiones se redactó la manera en que los alumnos llevaron a cabo las actividades, con el fin de analizar los resultados y para observar si desarrollaban las capacidades objetivas. Al respecto Franco-Mariscal, hace mención que:

*A pesar de la potencialidad de los trabajos de investigación en la escuela, no debemos olvidar las dificultades con las que se encuentra el alumnado para desarrollar y dominar todas estas dimensiones de la competencia científica. Entre ellas, se encuentra la metodología habitual de gran parte del profesorado centrada en el currículo tradicional y muy alejado de investigaciones verdaderas [...]. (p.249)*

Como resultado cada una de las capacidades fue detectada y desarrollada en los alumnos; igualmente se demuestra que ésta metodología de enseñanza puede funcionar como enfoque alternativo para el desarrollo de la competencia científica en educación secundaria.

---

<sup>1</sup> Esta investigación escolar ha recibido dos premios en el XXVII Certamen de Jóvenes Investigadores 2014 (Premio Especial de la Universidad Politécnica de Madrid al mejor trabajo de investigación en las áreas de Ingeniería y Tecnología, y Premio Representación de España en el XXVII Certamen Europeo de Jóvenes Investigadores) y el Primer Premio de Ciencias en el nivel 2 (1.º, 2.º y 3.º de ESO) en los XX Premios San Viator de Investigación en Ciencias y Humanidades 2014.

### 3.4.1 Análisis de la categoría

En los estudios que se encontraron dentro de esta categoría pudo observarse la clara relación de éstos con la teoría, aunque no hacen todos ellos mención de ésta como su fundamento, más en pero se han localizado en este apartado por su naturaleza de un estilo de aprendizaje orientado a actividades direccionadas al descubrimiento, mencionadas en las diversas investigaciones con oraciones como trabajos prácticos de indagación, secuencias experimentales, enseñanza por investigación, entre otras. Estas metodologías de enseñanza- aprendizaje evaluadas como parte de los estudios pretenden obtener resultados favorables de aprendizaje en los estudiantes en relación a la alfabetización científica, que no han sido logrados a través de las metodologías tradicionales.

### 3.5 Estudios con fundamento teórico en el aprendizaje significativo de Ausubel

La quinta categoría descrita aquí se centra en aquellos estudios encontrados en relación a la alfabetización científica, y que cuentan con el uso de un fundamento teórico basado en el aprendizaje significativo de David Ausubel, por ello a continuación se describe cronológicamente y de manera breve cada uno de ellos.

En España de la Universidad del País Vasco, Garmendia y Guisasola (2005) llevan a cabo un estudio, que fue consultado en el artículo “**Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live!**”; con el cual pretendían mostrar que ciertas actividades atractivas tienen la capacidad de incrementar el interés por la actividad científica, y por ende ayudar a adquirir alfabetización científica. Las preguntas de investigación fueron las siguientes:

- 1) ¿Qué tipo de acción educativa se realiza en el Taller de experiencias desde el punto de vista de la metodología didáctica?
- 2) ¿Cuál es la actitud de los estudiantes hacia las experiencias del Taller?
- 3) ¿Ha mejorado la alfabetización científica de los asistentes? En concreto, ¿los asistentes han comprendido las ideas claves que posibilitan la comprensión de las experiencias del Taller?

Los autores destacan que hoy en día la ciencia y tecnología son parte de la cultura, y que éstas son objetivo de formación en los contextos formal y no formal, aunado a esto los niños entre 5 y 16 años pasan únicamente 18% de su tiempo en la escuela, por lo que la mayoría de su aprendizaje se lleva a cabo en el otro contexto. Es por ello que en la enseñanza de las ciencias se debería incluir en los contextos escolares obligatorios, experiencias de aprendizaje no formal para enriquecerlas de aspectos de la vida cotidiana.

Por esta situación Elhuyar Fundazioa desarrolló el programa “Zientzia live!” en colaboración con el grupo de investigación de los autores STEM-ERG (Science Technology and Mathematics Education Research Group) de la UPV-EHU. Este programa oferta talleres de experiencias científicas para estudiantes de 3º y 4º de la ESO (14-16 años), los talleres tienen como objetivo principal alfabetizar científicamente sobre los temas del Taller y en consecuencia, fomentar el interés de los estudiantes hacia la ciencia y el trabajo científico.

Llevaron a cabo talleres de dos módulos de 20 minutos con 10 minutos de receso, en cada módulo se realizaban varios experimentos. Como instrumentos para responder las preguntas de investigación se utilizaron, en primer lugar, para el análisis de la metodología educativa del Taller la observación sistemática por medio de una plantilla basada en “the reformed teaching observation protocol” realizado por Sawada y otros (2002); para indagar el interés generado por las actividades del taller los estudiantes respondieron dos cuestionarios, el primero para la visión que tienen acerca de las Ciencias Experimentales, y el segundo para indagar la influencia del taller en su interés por la ciencia. Los dos cuestionarios con escala Likert. Por último para el análisis sobre la alfabetización científica y el aprendizaje logrado diseñaron un cuestionario para entender las experiencias realizadas.

Los resultados mostraron que a la mayoría les agradaron todos los experimentos por su entretenimiento, espectacularidad y novedad; además valoraron su participación en el Taller como satisfactoria, así muestran una visión positiva de la Ciencia y relacionada con el entorno por la influencia del Taller. Es

por esto que afirman que los recursos didácticos empleados en el Taller han tenido buenos resultados en relación al interés de los estudiantes por la Ciencia y su estudio, además de que se preocupan al notar que los participantes atribuyen a la ciencia escolar un rol únicamente académico sin relación con la sociedad y el entorno. Pero los autores califican como su aportación más original el intentar analizar la alfabetización científica desde la concepción de una comprensión de ideas clave que permite dar una explicación científica a los fenómenos.

### **3.5.1 Análisis de la categoría**

En esta breve, pero no menos importante, categoría se detecta la vital importancia del contexto escolar en la formación de un estudiante, sin embargo también se hace énfasis en la trascendencia del contexto no formal que es de significativa relevancia, como parte esencial para que el aprendizaje pueda adquirir un significado para el individuo, y así pueda permanecer despertando un interés por la actividad científica.

### **3.6 Estudios con fundamento en la teoría del Cambio Conceptual**

La sexta y última categoría tiene como directriz el fundamento que otorga la teoría del cambio conceptual, a la base de los siguientes estudios consultados, que están relacionados a algún elemento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la alfabetización científica; y de los cuales se hace una breve descripción cronológica a continuación.

En el año 2004, Abd-El-Khalick y Akerson, reportan el estudio “**Learning as Conceptual Change: Factors Mediating the Development of Preservice Elementary Teachers’ Views of Nature of Science**”, que tuvo como objetivo evaluar e identificar los factores en las ecologías del aprendizaje de los participantes que median la efectividad de un acercamiento instruccional reflexivo explícito, satisfaciendo las condiciones para el aprendizaje como cambio conceptual de las nociones de Naturaleza de la Ciencia (NOS) en los estudiantes para profesores de enseñanza primaria.

Tal estudio surge debido a la constante meta central en educación en ciencias en los estudiantes K-12, que pretende desarrollar opiniones informadas acerca de la NOS, sin embargo, no parece que esto se haya logrado en los profesores de ciencia, y la investigación continuamente ha comprobado que las nociones de los profesores no son consistentes con las concepciones contemporáneas de la NOS.

Por otra parte, en el caso de los maestros de primaria, algunas evidencias sugieren que el compromiso con la investigación científica en el contexto de los cursos de métodos científicos fue exitoso, aunque de manera limitada, para impactar las opiniones de los maestros. En contraste, Akerson, Abd-El-Khalick, y Lederman, hallaron que un enfoque reflexivo explícito a la instrucción de la NOS realizada en el mismo contexto fue efectivo para generar cambios sustanciales en las opiniones de la NOS de los maestros de primaria. De esta manera los autores creyeron que un enfoque reflexivo explícito podía ser más efectivo, si éste era llevado a cabo dentro del marco del cambio conceptual.

En dicho estudio se enfatiza que dos aspectos permanecen centrales en el aprendizaje como cambio conceptual, el “estatus de concepto” y lo que se abordó para este trabajo como “aprendizaje ecológico” (que se compara con la “ecología conceptual”). Donde la “ecología conceptual” está restringida al dominio cognitivo, y en comparación el “aprendizaje ecológico” se expande a incluir elementos del dominio cognitivo, afectivo, motivacional, contextual, social, y cultural.

En este ámbito la concepción metodológica asumida por Abd-El-Khalick y Akerson (2004), es de naturaleza cualitativa exploratoria, centrándose en los significados que los participantes le atribuían a los aspectos objetivos de la NOS, tanto al inicio como al concluir la intervención en el curso de métodos científicos elementales. Los participantes fueron 28 estudiantes, 25 mujeres y 3 hombres, que estaban inscritos en el curso de métodos científicos, en una universidad *Western* de tamaño mediano; todos buscaban un grado en educación primaria y carecían de antecedentes fuertes de ciencia; un grupo focal de seis participantes fue seleccionado a propósito, y fue seguido de cerca a lo largo del estudio. Fueron

empleadas distintas fuentes de información para responder las dos preguntas de investigación:

- a) **Evaluar el impacto de la intervención.** Para evaluar las nociones de los aspectos pretendidos de la NOS en los estudiantes, se utilizó el VNOS-B (Views of Nature of Science Questionnaire-Form B), previo y al concluir el estudio. Seguida a cada aplicación del cuestionario, seleccionaron al azar a 10 estudiantes para entrevistas individuales de seguimiento con el objetivo de clarificar las respuestas, probar sus puntos de vista a fondo, y para establecer la validez del cuestionario.

**La intervención de cambio conceptual.** La mayoría de los aspectos objetivo de las nociones de la NOS fueron derivados de un análisis de la primera aplicación del cuestionario VNOS-B, y las entrevistas asociadas; se seleccionaron repuestas representativas, que fueron compartidas con los participantes, a quienes se les solicitó comentar, explicar, e identificar similitudes y diferencias entre las respuestas. Entre las actividades posteriores, a los estudiantes se les asignaron dos lecturas que representaban nociones, de los aspectos objetivos de la NOS, informadas y alternativas; con el fin de clarificar y hacer de las ideas de la NOS de los estudiantes e instructores, una parte explícita del discurso de la clase; después durante las semanas 3 a 5 de clases, los estudiantes fueron enrolados en 11 actividades diseñadas para ayudar a examinar sus nociones de la NOS. Discusiones en grupos pequeños, y de toda la clase, siguieron a cada actividad para involucrar a los estudiantes explícitamente en el discurso metaconceptual acerca de las ideas objetivo de la NOS. Además semanalmente creaban trabajos escritos de reflexión, proveyéndolos de oportunidades, tanto estructuradas como sin ésta, para reflexionar, tanto de manera oral como escrita, de varios aspectos de la NOS.

**b) Factores que median el desarrollo de la comprensión de la NOS.**

Se comparó a los estudiantes que mostraron un crecimiento diferencial en sus nociones de la NOS a lo largo del curso del estudio; para hacer factible la identificación de un grupo inicial de factores, fue crucial limitar la comparación a un grupo selectivo de participantes que 1) tuvieran nociones de la NOS casi idénticas previas al curso, y 2) mostraran la máxima diferencia en términos de crecimiento en sus nociones de NOS. Al término de las cinco semanas de clase se seleccionó la muestra analizando las respuestas del primer cuestionario VNOS-B, y sus primeros dos trabajos escritos. Los participantes del grupo focal fueron seguidos de cerca, todos sus documentos de reflexión fueron recolectados para análisis. Además en su registro, el instructor mantuvo notas detalladas de las contribuciones de estos estudiantes en las discusiones de clase, y de sus intercambios informales con éstos.

Para el análisis de los resultados, en el cuestionario se realizaron resúmenes de las respuestas de los estudiantes; acerca de lo empírico, inferencial, tentativo, cargado de teoría, y creatividad. Esto con el objetivo de generar categorías, que a su vez fueron revisadas contra evidencia documental para ser modificadas en su acuerdo. Dichas categorías fueron usadas para generar perfiles estudiantiles acerca de las nociones de la NOS, y el mismo proceso fue empleado con las transcripciones de las entrevistas; para comparar los perfiles de un mismo estudiante entre sí, que resultó en un acuerdo substancial del 95% o mayor. Y este análisis generó perfiles, de las nociones de los participantes, previos y posteriores al curso, los cuales fueron comparados sistemáticamente para evaluar el impacto de la intervención. Debe resaltarse que durante el análisis, los datos fueron abordados teniendo en cuenta los distintos objetivos de una ecología del aprendizaje, incluidos los factores conceptuales, afectivos, motivacionales, contextuales, sociales y culturales.

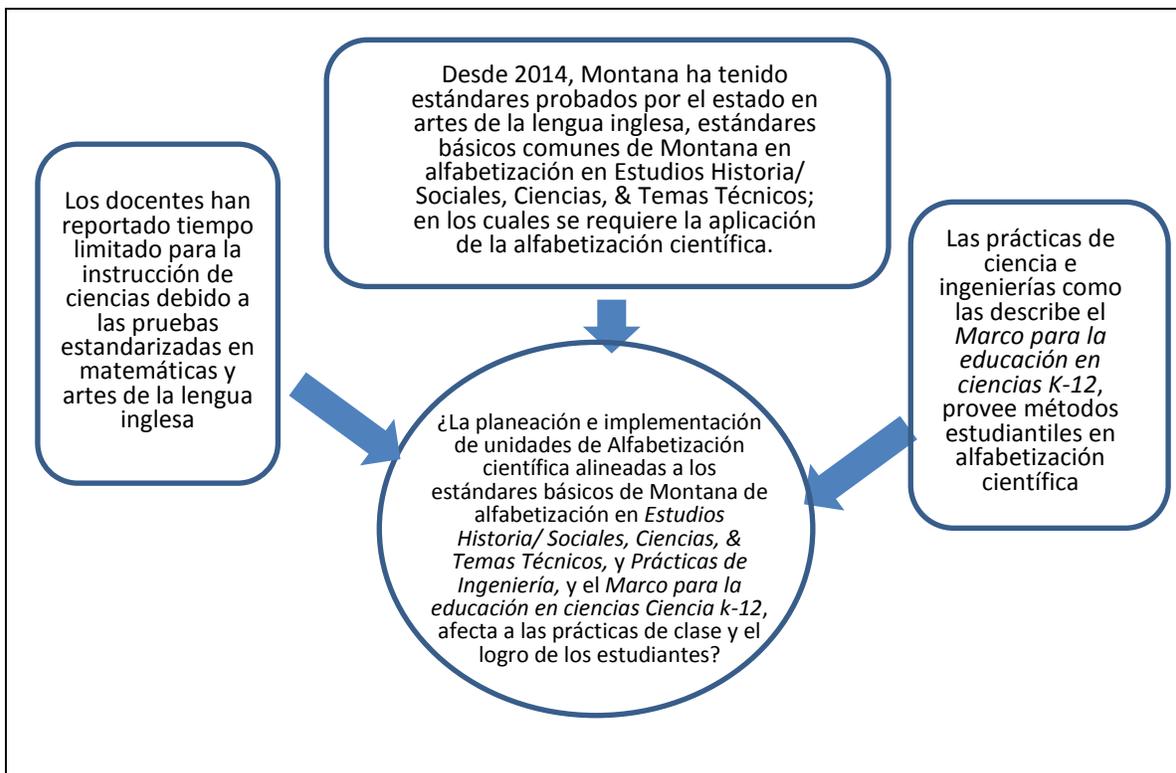
Los resultados obtenidos para responder el impacto de la intervención de cambio conceptual, demuestran que una estrategia reflexiva explícita de enseñanza de la NOS, que satisface las condiciones de aprendizaje como cambio conceptual fue notablemente efectiva al ayudar a los participantes a desarrollar puntos de vista informados acerca de los aspectos objetivos de la NOS. En cuanto a los factores que median el desarrollo de la comprensión de la NOS, se encontró que fueron tres para el grupo focal de estudiantes, el primero es la internalización de la importancia de la NOS, el cual es motivacional y relaciona las precepciones del valor de utilidad y/o la importancia del aprendizaje y enseñanza de la NOS; otro factor es la interacción de la instrucción de la NOS con puntos de vista globales, y por último la orientación profunda contra la superficial hacia el aprendizaje.

Del estudio concluyen que los cambios en los puntos de vista de la NOS de los participantes representan una mejora substancial sobre los esfuerzos previos para realzar los puntos de vista de los estudiantes para profesores de primaria en el mismo contexto. La intervención difirió de otras en su mejoría, por el marco que guió satisfactoriamente en el aprendizaje como cambio conceptual. Los participantes del grupo focal, quienes tuvieron una orientación profunda de procesamiento del contenido científico, lograron nociones de la NOS más precisas y elaboradas.

Además los tres factores que identificaron tentativamente desde los dominios cognitivo, motivacional y cultural, interactúan de manera significativa con la internalización de nociones de la NOS más precisas; estos factores tienen implicaciones importantes para el diseño de enseñanza e investigación efectiva de la NOS en la educación científica.

Como parte también de esta categoría se tiene el estudio llevado a cabo por Lynn, C. (2016), tesis que fue titulada “**Scientific Literacy: Teacher conceptual framework in relation to student achievement and attitudes**”, dentro de su objeto de estudio su propósito indaga si las actitudes de los docentes, frente a la aplicación de un nuevo programa, alineadas en dos áreas de contenido, Montana

Common Core Standards in Literacy in History/Social Studies, Science, & Technical Subjects y A Framework for K-12 Science Education Science and Engineering Practices; con fines de alfabetización científica afecta a las actitudes de los alumnos y por tanto a su desempeño escolar. En la figura a continuación puede observarse la pregunta de investigación rodeada de las situaciones por las cuales surge, y las cuales conforman la justificación.



**Figura 1.** Justificación del proyecto. Fuente: Lynn C., 2016

El autor describe que los estándares de alfabetización científica han quedado fuera de las clases de ciencia, a las cuales no se dedica mucho tiempo por preferir emplearlo en los temas centrales que refieren a matemáticas y artes de la lengua inglesa; aunado a esto la *National Academies of Sciences, Engineering and Medicine*, declara que los profesores necesitan un desarrollo profesional prolongado para enseñar nuevos estándares, ya que muchos docentes se van quedando atrás sin la experiencia necesaria para mejorar los cursos que enseñan de ciencia e ingeniería.

Su investigación está basada en la Teoría del Cambio Conceptual, ésta teoría basada particularmente en el aprendizaje de la ciencia ha tenido menos de 100 años, y la cual habla de un cambio de una concepción existente; tiene influencias tempranas formadas por Piaget y Kuhn, pero el cambio conceptual ha sido tema central en la educación de la ciencia en los últimos años. Kuhn contribuyó indicando que el aprendizaje de la ciencia no es un mero proceso de reunir un conjunto de conocimiento, sino que se requiere un cambio en el paradigma o una revolución en el pensamiento previo. El método de medición mayormente investigado de esta teoría es el mapa conceptual, que es un diagrama de relaciones dentro de un concepto, y a través del cual se pueden obtener datos tanto cualitativos como cuantitativos.

El estudio de corte crítico fue llevado a cabo con 5 docentes de intermediate elementary, y sus estudiantes de tercer y cuarto grado; los efectos que se midieron incluyen las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje a través de textos informacionales, el logro de los estudiantes en alfabetización científica, las actitudes de los profesores hacia el aprendizaje a través de textos informados, entendimiento conceptual de los profesores de la pedagogía de ciencia, y el reporte instruccional del tiempo empleado en ciencia por semana.

Se encontró que las actitudes de los docentes y el marco pedagógico afecta a las actitudes y logros de los estudiantes. Y la triangulación de los instrumentos de recolección de datos mostraron relación en ganancias entre el marco conceptual de trabajo en pedagogía de los maestros, las actitudes de los alumnos y docentes, y el logro de los primeros.

### **3.6.1 Análisis de la categoría**

La descripción de las investigaciones pertenecientes a la categoría en cuestión, ha permitido detectar la atención que está siendo puesta, entre otras dimensiones, en los factores que resultan importantes para el diseño de la enseñanza e investigación efectiva de elementos como la naturaleza de la ciencia en la educación científica; además de esto también resaltando el uso de distintas teorías, en este caso la de cambio conceptual con el fin de tener una teoría que tiene una particular atención en el aprendizaje de la ciencia.

### **3.7 Reflexiones finales**

La elaboración del presente estado del conocimiento ha permitido percibir la creciente tendencia a la elaboración de instrumentos de evaluación innovadores que permitan la obtención de información confiable, con datos veraces, que reflejen con mayor exactitud la situación de la educación científica de algún factor o dimensión específico de la misma temática en estrecha relación con la alfabetización científica; lo que a su vez permitirá reconstruir estos datos para resultados más generales que reporten datos útiles para la toma de importantes decisiones en el ámbito de la educación.

Además se considera a la alfabetización científica como centro del debate entre la comunidad científica a nivel global, se destaca que los estudios de investigación relacionados a ésta temática han ido aumentando de manera gradual, y aportan conocimiento a una variable, entre una diversidad de éstas y de contextos. Se encontró que sin duda se está investigando para la creación de alternativas que puedan emplearse en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la alfabetización científica, con el objetivo de tener mejores resultados en cuanto a que los alumnos adquieran más elementos de la misma; ya que estos son cada vez más empleados en una cantidad de actividades que va en aumento, lo que hace necesaria la adquisición y el ejercicio de destrezas científicas.

Por otra parte, se ha hecho hincapié en la importancia del contexto no formal para el aprendizaje de la alfabetización científica en los estudiantes, de manera que esta modalidad, influenciada por la sociedad y la globalización, es el complemento de lo que se logra dentro del contexto formal, y ambos se encuentran relacionadas para el logro de resultados en la educación científica. Por último es de relevancia indicar que al existir una diversidad de teorías como fundamento para el estudio de diversos aspectos y elementos de la alfabetización científica, se logran a través de éstas resultados que reflejan diferentes visiones y enfoques; lo que ocasiona tras un análisis, acciones encaminadas al mismo propósito de mejora en la enseñanza de las ciencias para que los estudiantes adquieran una alfabetización científica.



## **IV. ELEMENTOS TEÓRICO CONCEPTUALES PARA EL ESTUDIO DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA**

### **4.1 La alfabetización científica y su relación con la asignatura de ciencias**

#### **4.1.1 Alfabetización científica**

Al hacer uso del concepto de «alfabetización científica» en el proyecto de investigación en cuestión hizo pensar en si era clara la idea acerca de lo que significaban dichas palabras, por lo que se debía dedicar parte de este capítulo a realizar un intento por develar dicha duda; haciendo uso de distintas fuentes y autores se hizo un breve análisis que finaliza declarando la definición que guio esta investigación.

El concepto cuenta con una historia detrás que lo ha llevado a sufrir una transformación con el pasar del tiempo, la evolución de la sociedad, y con ella la evolución también de avances tecnológicos y científicos del día a día. La primera conceptualización aceptada de alfabetización científica se remonta a finales de los años 50, sin embargo las últimas dos décadas ha adquirido una categoría de eslogan cada vez más empleado (Bybee, 1977; en (Sabariego del Castillo & Manzanares Gavilán, 2006)). Al igual que Bybee, Rossana (2016) hace mención que el término es utilizado desde los años 50`s, pero sin una clara definición de lo que significa ser científicamente alfabetizado o las metas en cómo lograrlo.

Para comenzar a entender el concepto se muestra la Tabla 2 en la cual se observan diversas definiciones de distintos autores a lo largo de los años, aunque cabe aclarar que son elegidos entre una vasta cantidad. Posteriormente se realizará un pequeño análisis de estos conceptos para llegar a la definición que servirá de base para la realización del proyecto de investigación.

**Tabla 2**

*Diferentes conceptos de alfabetización científica*

<b>Definición(es)</b>	<b>Fuente</b>
<p><b>1) Alfabetización científica</b></p> <p>La alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural.</p>	(Pérez & Vilches, 2006)
<p><b>1) Alfabetización científica</b></p> <p>Una de las primeras definiciones de alfabetización científica (Shen, 1975), diferencia tres tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Práctica: posesión de un tipo de conocimiento científico y tecnológico que puede utilizarse inmediatamente para ayudar a resolver las necesidades básicas de salud y supervivencia.</li><li>-Cívica: incrementa la concienciación al relacionarla con los problemas sociales.</li><li>-Cultural: la ciencia como un producto cultural humano.</li></ul>	(Sabariego del Castillo & Manzanares Gavilán, 2006)
<p><b>2) Alfabetización científica</b></p> <p>La NSTA (Nacional Science Teachers Association, 1982) definió una persona alfabetizada científicamente como aquella capaz de comprender que la sociedad controla la ciencia y la tecnología a través de la provisión de recursos, que usa conceptos científicos, destrezas procedimentales y valores en la toma de decisiones diaria, que reconoce las limitaciones así como las utilidades de la ciencia y la tecnología en la mejora del bienestar humano, que conoce los principales conceptos, hipótesis, y teorías de la ciencia y es capaz de usarlos, que diferencia entre evidencia científica y opinión personal, que tiene una rica visión del mundo como</p>	

---

consecuencia de la educación científica, y que conoce las fuentes fiables de información científica y tecnológica y usa fuentes en el proceso de toma de decisiones.

### **3) Alfabetización científica**

Para Hodson (1992) considera tres elementos principales en la alfabetización científica: -Aprender ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimiento teórico y conceptual. -Aprender acerca de la ciencia, desarrollando una comprensión de la naturaleza y métodos de la ciencia, y una conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad. -Hacer ciencia, implicándose y desarrollando una experiencia en la investigación científica y la resolución de problemas.

### **4) Alfabetización científica**

En una primera aproximación dicha alfabetización científica, significará, que la gran mayoría de la población dispondrá de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo (Furió y Vilches, 1997).

### **5) Alfabetización científica**

Para Kemp (2002) el concepto de alfabetización científica, agrupa tres dimensiones:

-Conceptual (compresión y conocimientos necesarios). Sus elementos más citados son: conceptos de ciencia y relaciones entre ciencia y sociedad.

-Procedimental (procedimientos, procesos, habilidades y capacidades). Los rasgos que mencionan con más frecuencia son: obtención y uso de la información científica, aplicación de la ciencia en la vida cotidiana, utilización de la ciencia al público de manera comprensible.

---

---

-Afectiva (emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización científica). Los elementos más rápidos son: aprecio a la ciencia e interés por la ciencia.

---

### **1) Alfabetización científica y tecnológica.**

Tiene dos componentes: El primer componente de la alfabetización en ciencia y tecnología es el conocimiento de los conceptos (hechos y principios) de la ciencia y tecnología, es decir, las leyes y teorías que forman el cuerpo de conocimientos básicos de la ciencia y la tecnología, que tradicionalmente siempre han constituido el núcleo central de la enseñanza de estas, al margen del enfoque didáctico adoptado.

El segundo componente de la alfabetización es, precisamente, la comprensión de la ciencia y tecnología como formas de obtener conocimiento válido sobre el mundo natural y artificial, esto es lo que se denomina naturaleza de la ciencia y tecnología. Este segundo componente constituye el reto actual más innovador y arduo para los profesores de ciencias, porque nunca antes se había planteado con la extensión y profundidad actuales.

(Bennassar Roig, Vazquez Alonso, Manassero Mas, & García-Carmona, 2010)

---

### **1) Alfabetización científica**

En un mundo lleno de productos de la investigación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos. Todos necesitamos utilizar la información científica para elegir entre las opciones que se plantean cada día. Todos necesitamos ser capaces de implicarnos en debates públicos sobre asuntos importantes relacionados con la ciencia y la tecnología. Y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural. (National Research Council, 1996)

(Pedrinaci, Caamaño, Cañal, & De Pro, 2012)

### **2) Alfabetización científica**

Formación científica susceptible de ser aplicada a situaciones habituales de la vida personal, laboral y social. La denominación más utilizada para plasmar esta perspectiva es alfabetización científica.

### **3) Alfabetización científica**

---

---

Aunque no todas las propuestas sobre alfabetización científica defienden las mismas posiciones, existe en ellas una perspectiva común: la necesidad de priorizar en la formación científica aquellas capacidades que ayudan a la ciudadanía a ejercer sus derechos e integrarse mejor en un mundo cada vez más influido por la ciencia y la tecnología.

#### **4) Alfabetización científica**

Una excelente concreción de lo que debe entenderse por alfabetización científica la realiza Bybee en los siguientes términos: La alfabetización científica significa que una persona puede preguntar, hallar o dar respuesta a cuestiones que su curiosidad le plantea diariamente. Significa que una persona es capaz de describir, explicar y predecir fenómenos naturales. La alfabetización científica capacita para leer en la prensa artículos sobre ciencia y para participar en debates sociales sobre la validez de sus conclusiones. La alfabetización científica implica que la persona puede identificar los temas científicos que determinan las decisiones políticas y expresar posiciones informadas científica y tecnológicamente. Un ciudadano científicamente alfabetizado debe ser capaz de valorar la calidad de la información científica basándose en la fuente de la que procede y en los métodos utilizados para generarla. La alfabetización científica también implica tener la capacidad de valorar los argumentos que se derivan de los hechos establecidos y llegar a conclusiones.(Bybee,1997)

---

#### **1) Alfabetización científica y tecnológica**

La alfabetización científica se orienta través de dos componentes básicos: los conceptos y teorías de ciencia y tecnología que forman el cuerpo de leyes y teorías científica y los conocimientos sobre la ciencia y tecnología, (Vallés & (Vázquez y Manassero, 2012). Este segundo componente, denominado naturaleza de la ciencia y tecnología Arranz, 2013) (NdCyT), que trata de comprender qué es la ciencia, cuál es su funcionamiento interno y externo, los métodos que emplea para construir, desarrollar, validar y difundir el conocimiento que produce, los valores implicados

---

---

en las actividades científicas, las características de la comunidad científica.

---

### **1) Alfabetización científica**

En países como Estados Unidos se ha hablado desde hace décadas de la necesidad —para el desarrollo de la democracia— de impulsar una alfabetización científica de la ciudadanía a través de la educación básica, con lo cual se quiere decir metafóricamente que todo ciudadano “debe saber leer y escribir sobre ciencia y tecnología” (Harman, 1970; Resnick y Resnick, 1977).

### **2) Ciudadanos científicamente cultos**

En palabras de Aguilar, "Formar ciudadanos científicamente cultos no significa hoy dotarles sólo de un lenguaje, el científico -en sí ya bastante complejo- sino enseñarles a desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes sociopolíticos" (Aguilar, T. 1999: 9-10).

(Niebla, 2014)

### **3) Alfabetización científica**

Basándose en los datos obtenidos, este autor distingue tres esferas de la alfabetización científica: a) El dominio de un vocabulario de conceptos científicos suficiente para leer asuntos científicos de carácter polémico en un diario o revista; b) Una comprensión del proceso o naturaleza de la investigación científica y c) Una cierta comprensión del impacto tecnológico y social de la ciencia (Kumar y Chubi, 2000:26).

---

### **1) Alfabetización científica**

Los individuos alfabetizados científicamente son aquellos expertos acerca de la naturaleza de la ciencia (NOS), en como el conocimiento científico es generado, y las conexiones entre ciencia, tecnología y sociedad (Shamos, 1995).

(Senar Temel,  
Senol Sen, &  
Ösgur Özcan,  
2017)

### **2) Alfabetización científica**

---

---

Los individuos con alfabetización científica son los individuos capaces de aplicar el conocimiento científico y conceptos a situaciones diversas, y quienes pueden hacer uso del lenguaje de la ciencia en interpretación, generación y evaluación oral, y textos escritos (Palinscar, Anderson & David, 1993).

---

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 2 la mayoría de definiciones engloban los aspectos que afirman que alfabetización científica no radica únicamente en adquirir el cumulo de conocimientos científicos, sino que en acompañamiento de estas teorías y leyes debe existir una comprensión acerca de los éstos y su alcance para lograr entender el mundo natural y artificial; algunos autores como Vallés C., Niebla G., y Sabariego dentro de ésta comprensión lo mencionan como tener actitudes reflexivas y críticas acerca de situaciones y problemas que se dan en el día a día.

De las primeras definiciones que data del año 1970, Harman afirma que la alfabetización científica indica metafóricamente que todo ciudadano “debe saber leer y escribir sobre ciencia y tecnología (Niebla, 2014)”. A partir de esta breve definición puede surgir una pequeña discusión, ya que puede pensarse que es muy limitada o que es inferior y se queda corta si se le compara con otras definiciones; sin embargo en opinión contraria a ésta puede defenderse que el leer y escribir sobre la ciencia y la tecnología conllevaría comprender lo que se dice en ella para también poder expresar opiniones o puntos de vista en lo que a la escritura se refiere. Es decir que también involucra aspectos como poseer la capacidad de una ética reflexiva en torno a estos temas, lo que requiere conocimiento acerca de ello.

En Sabariego (2006) se hace mención de la alfabetización científica como una herramienta de conocimientos y habilidades para la resolución de necesidades básicas de salud y supervivencia, lo cual podría llevar a una discusión acerca de si sería prudente considerarlo de tal manera; ya que la ciencia y tecnología de hoy día no se basa únicamente en la búsqueda de tales fines de necesidades básicas, sin embargo si es de común saber en todas las definiciones que se busca considerar la alfabetización científica como una capacidad básica para todo ciudadano.

Es precisamente la sociedad actual rodeada completamente día a día de nuevos desarrollos científicos y tecnológicos, la que lleva a distintos autores que podemos observar en la tabla a involucrar dentro del concepto la comprensión del impacto social teniendo también en cuenta el mal uso que la ciencia puede

generar; por lo que involucran los valores y actitudes que se debe poseer para ser partícipes de actividades científicas. Las cuales involucran tanto a investigadores como a cualquier ciudadano que debe ser capaz de expresar un punto de vista en los debates científicos diarios.

Separado y aun así en relación con los aspectos ya mencionados del concepto, solamente Aguilar (1999) en Niebla (2014) hace mención que la alfabetización científica debe considerar también el ser capaz de involucrarse en cuestiones epistemológicas que conllevan al mal uso de la ciencia y sus condicionantes sociopolíticos. Sin embargo parte de la reflexión mencionada por autores como Vallés y Arranz (2013) también involucra el pensar en los usos correctos o incorrectos de la ciencia.

En éste ámbito, a partir de una mirada crítico-reflexiva, se puede inferir que la alfabetización científica tiene distintos componentes, Bennassar, Vázquez y Manassero (2010) consideran dos componentes, el conocimiento de los conceptos de ciencia y tecnología, y la naturaleza de la ciencia; por su parte uno de los conceptos de Niebla (2014) hace referencia a tres esferas: el dominio de un vocabulario de conceptos científicos, una comprensión del proceso o naturaleza de la investigación científica, y una cierta comprensión del impacto tecnológico y social de la ciencia. A diferencia de los dos componentes anteriores de Bennassar & otros, contiene dentro de la tercera esfera a la comprensión del impacto tecnológico y social de la ciencia.

Vallés y Arranz (2013) consideran al igual que Bennassar y otros, los mismos dos componentes, sin embargo el de NdCyT lo conceptualiza con un mayor detalle. En los conceptos de Sabariego y Manzanares (2006), hace referencia a tres dimensiones llamándolas práctica, cívica y cultural según Shen en 1975, por su parte según Hodson en 1992 estos tres elementos son: aprender acerca de la ciencia, aprender ciencia, y hacer ciencia, y según Kemp en el 2002 la alfabetización científica se divide en conceptual, procedimental, y afectiva; de éstas la última definición parece más completa al involucrar el elemento afectivo. Más en pero en otras conceptualizaciones podría también estar considerado el

elemento afectivo dentro de otro de los elementos, o haberse expresado mediante palabras distintas.

Así se hace en la definición correspondiente a la NSTA de 1982 y la de Bybee de 1997, que hacen mención del uso de los conceptos científicos por una persona alfabetizada científicamente, que además usa destrezas y valores para tomar decisiones relacionadas al tema, igualmente debe tener la capacidad de resolver preguntas que surjan en su curiosidad o la de otros, y que para la ayuda de resolución de problemas o para la toma de decisiones sabe hallar la información que sea requerida y que debe ser de fuentes confiables.

Si bien algunos autores no mencionados en los párrafos anteriores también consideran aspectos que son similares, se hizo nota de ellos por la manera en que definen el concepto como una formación de distintos componentes o elementos; pero también se debe hacer énfasis en que diversos autores utilizan para la definición de alfabetización científica el concepto de **Naturaleza de la Ciencia** y Tecnología (NdCyT - por sus siglas en español) (NOS – por sus siglas en inglés), o simplemente Naturaleza de la Ciencia.

#### **4.1.2 Naturaleza de la Ciencia (NOS)**

Al igual que la tarea de la conceptualización de alfabetización científica, la NOS es una definición que desde la perspectiva personal aún se encuentra en formación, ésta opinión se deriva de las definiciones de diversos autores; Niebla (2014) dice al respecto que hay todavía muchos desacuerdos acerca de la NOS entre filósofos, historiadores, sociólogos, y educadores científicos, aunque si hay elementos compartidos. En Temel, Senol y Ösgur (2017) se hace mención de lo controversial que es este concepto y esto es debido a su complejidad, ya que es dinámico y su comprensión necesita el entendimiento de una naturaleza de conocimiento científico experimental y cambiante. Pero a través estos autores y apoyados también de Lederman (1992) en Niebla, la NOS se refiere a la epistemología, a la sociología de la ciencia, y a los valores y creencias inherentes al conocimiento científico y su desarrollo.

En el año de 1982 la NSTA (Temel, Senol & Ösgur, 2017) hace referencia a la complejidad de la NOS, ya que infiere que para un apropiado entendimiento de ésta es necesario comprender que el conocimiento científico tiene una naturaleza experimental y cambiante donde la teoría y la investigación juegan un rol central; por su parte Bennassar, Vazquez y Manassero (2010), declaran veintiocho años después que la naturaleza de la ciencia representa un reto innovador para aquellos profesores de ciencias, ya que es una enseñanza que requiere extensión y profundidad.

Por su parte la asociación Science for All Americans (AAAS, 1990) afirma que la NOS consta de tres aspectos: a) ver el mundo como comprensible, y entender que la ciencia no puede responder todas las preguntas, b) entender la naturaleza de la investigación científica (entender que la investigación en ciencia se basa en el razonamiento y eso es experimental, pero que implica sugerir imaginación y explicaciones), c) entender el aspecto político y social de la ciencia. (Senar, Senol & Ösgur, 2017)

Así se vuelve a hacer énfasis en la controversia del significado del concepto NOS, el cual ha ido cambiando y se piensa continuará en evolución, al igual que la alfabetización científica, un concepto multifactorial con un sinnúmero de distintas definiciones; sin embargo para la investigación en cuestión que se reporta en este manuscrito, la definición que se ha adoptado para la alfabetización científica y naturaleza de la ciencia es la siguiente:

La **alfabetización científica** se orienta través de dos componentes básicos: los conceptos y teorías de ciencia y tecnología que forman el cuerpo de leyes y teorías científica y los conocimientos sobre la ciencia y tecnología, (Vázquez & Manassero, 2012). Este segundo componente, es denominado **naturaleza de la ciencia** (NOS), compuesto por la investigación científica usado como un término en relación al proceso por el cual se desarrolla el conocimiento científico, mientras que el concepto en general y la indagación científica se refieren a la epistemología de la ciencia, los valores y las creencias inherentes al conocimiento científico y su desarrollo (Lederman, 1992, 2004).

### 4.1.3 Alfabetización científica en Programa de Aprendizajes Clave en Ciencia y Tecnología

En el Programa de Ciencias de SEP (2011) se hace mención de que un estudiante con formación científica posee conocimientos presentados en cuatro categorías, las cuales son: conocimiento científico, aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología, habilidades asociadas a la ciencia, y actitudes asociadas a la ciencia. En este programa se plantea que al finalizar el período de educación secundaria los alumnos tendrán:

[...] avances en la construcción de explicaciones con lenguaje científico apropiado y en la representación de ideas mediante modelos, [...] promueven la planeación y el desarrollo de experimentos e investigaciones; la elaboración de conclusiones, inferencias y predicciones fundamentales en la evidencia obtenida; la comunicación diversificada de los procesos y los resultados de la investigación, la apertura ante las explicaciones de otros, el análisis crítico [...]. (p.16)

La información referente a este programa sirve como antecedente, el cual, cabe mencionar, fue empleado hasta el fin del ciclo escolar 2016-2017; actualmente el programa que se emplea es el programa de Aprendizajes Clave para la Educación Integral para la Educación Básica (2017), específicamente en el área de interés de este proyecto es el referente a Ciencias Naturales y Tecnología; éste ha diseñado sus propósitos en base al reporte de investigaciones en enseñanza de las ciencias, las cuales indican que las propuestas con objeto de mejorar el aprendizaje de esta área debe considerar: las estructuras conceptuales y procesos cognitivos en un contexto educativo, un marco epistemológico para el desarrollo y la evaluación del conocimiento; y los procesos sociales y contextuales sobre cómo comunicar el conocimiento, representarlo, argumentar y debatir.

De esta manera en el programa citado se pretende que la parte cognitiva pueda orientar el desarrollo de procesos de representación de observaciones, relaciones concepciones; epistemológicamente favorecerá la indagación, que es un proceso complejo que refleja las características generales de la **naturaleza de**

**la ciencia;** y por último el enfoque de los procesos sociales fomenta la argumentación, comunicación, actitudes y valores, que tienen relación con la naturaleza y la sustentabilidad.

En el trabajo de Blancas (2017) se analizaron las finalidades educativas de los documentos curriculares relacionados a la enseñanza de las ciencias para la educación obligatoria en México, retomando categorías de análisis provenientes de literatura especializada relacionada a la alfabetización científica, con el objetivo de identificar y valorar qué alfabetización científica se promueve en el currículo de ciencias. Sin embargo la documentación analizada no es la que emplea actualmente la educación obligatoria del país, en cuanto al nivel de educación secundaria era acerca del programa previo al actual empleado, por tanto dentro de la ruta metodológica se llevará a cabo el análisis del contenido de dicho programa; con el objetivo de identificar o descartar si éste fomenta la alfabetización científica.

## **4.2 Las teorías del aprendizaje y el paradigma constructivista para el estudio de la alfabetización científica**

### **4.2.1 El Constructivismo**

Tras iniciar con la conceptualización de elementos como la alfabetización científica, naturaleza de la ciencia, y habilidades de pensamiento crítico y creativo; delinear una teoría prominente de cómo aprenden los estudiantes, parece ser el camino a seguir a continuación. La teoría que guiará el diseño de tratamiento del presente estudio la teoría constructivista de aprendizaje del estudiante basada en las perspectivas de los principales exponentes actualmente, como la cognitiva y de desarrollo de la inteligencia de Jean Piaget, el énfasis cultural de Lev Vygotsky, así como de Jerome Bruner en torno a las teorías del aprendizaje del campo de la psicología educativa, y David P. Ausubel con la teoría del Aprendizaje Significativo relacionada a la teoría del cambio conceptual de Strike y Posner. En la actualidad la práctica pedagógica mantiene una tendencia evidente hacia enfoques constructivistas de la epistemología y de la teoría del aprendizaje (Soler, 2006).

El conocimiento como construcción es producto de la interacción social y cultural donde los procesos psicológicos se adquieren primero en un contexto social para luego internalizarse. Quien introdujo el constructivismo a muchos en la comunidad de educación Química, George Bodner, resume el modelo constructivista en una declaración simple, que el conocimiento es construido en la mente del aprendiz. (Towne, 2009)

La teoría del constructivismo retoma la psicología cognitiva, la filosofía y la antropología para definir el conocimiento como temporal, en desarrollo contextualizado en la sociedad y la cultura y por tanto, como falible, perfectible y relativo a un contexto. (Soler, 2006, p. 15-16)

Las metodologías y enfoques del constructivismo actual incluyen lenguaje total, enseñanza de estrategias cognitivas, enseñanza cognitivamente guiada, enseñanza apoyada (scaffolded), enseñanza basada en alfabetización (literacy bases), descubrimiento dirigido y otras. (Chadwick, 1999, p. 465)

Igualmente en Soler (2006) se menciona que el constructivismo está centrado en la creación y modificación activa de pensamientos, ideas y modelos acerca de los fenómenos, donde a su vez el proceso de aprendizaje está influido por el contexto sociocultural del sujeto epistémico, que debe poner en práctica una actividad creativa e interpretativa para darle significado personal al conocimiento.

Para entender el constructivismo existen diversas maneras, esto da origen a distintos enfoques del mismo, sin embargo coinciden todas ellas en que el conocimiento es un proceso de construcción del sujeto en el cual cada individuo tiene interacciones entre sus disposiciones internas y su contexto exterior, pero difieren en cuanto a los mecanismos y componentes de éste. Así el proceso de construcción lo hace la persona misma desde los recursos de su experiencia y la información que va recibiendo, que depende a su vez de una manipulación efectiva para revisarla, expandirla y asimilarla; siendo así el aprendizaje un asunto nada sencillo que va más allá de la transmisión, internalización y acumulación de conocimientos. Para el constructivismo la clave está en el proceso de adquisición del conocimiento, y no en el resultado del aprendizaje.

Las distintas maneras de clasificar el constructivismo tienen el común de poseer un constructivismo cognitivo con raíz en Piaget, un constructivismo socio-cultural con bases en Vygotsky, y finalmente un constructivismo vinculado a Berger y Luckman y a los enfoques de conocimiento en prácticas discursivas. Al tratar de comprender el constructivismo se pueden observar diferencias epistemológicas que evidencian la esencia de cada uno de estos, entre ellas está el carácter externo de la construcción del conocimiento, el carácter social de la misma, y el grado de disociación entre el sujeto y el mundo; así difieren al momento de hablar sobre *qué* se construye, *cómo* se construye, y *quién* construye. (Serrano & Pons, 2011).

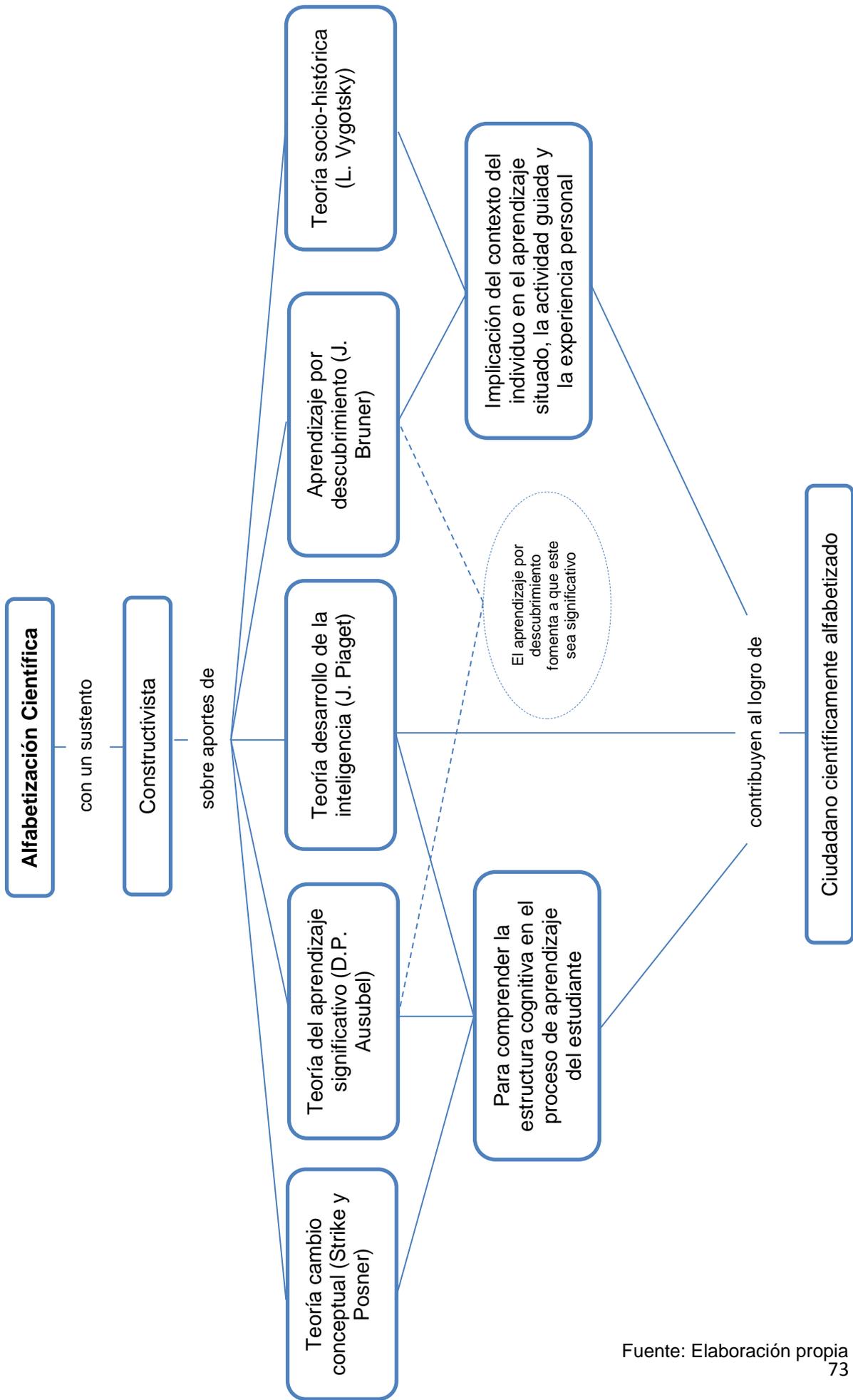
Las bases sobre *qué* se construye, para los constructivistas piagetianos, son estructuras generales del conocimiento ligadas a categorías universales, por otra parte para los constructivistas de base vygotskyana se construye una actividad mediada por maneras de reconstruir significados culturales, y por último para el constructivismo social se construyen artefactos culturales. En el *cómo* se

construye, para los modelos cognitivos son mecanismos autorreguladores, y para el constructivismo o construccionismo social lo que lo determina es la forma de organización social. En *quién* construye existe una diversidad epistémica que pueden ser vistos desde cuatro tipos de sujetos, el individual, el epistémico, el psicológico, y el colectivo.

En educación los enfoques constructivistas que se emplean para la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje, pueden ser clasificados en cuatro modelos con base en los sujetos que responden al *quién* construye: constructivismo radical, constructivismo cognitivo, constructivismo socio-cultural, y construccionismo social. Brevemente puede decirse que para el modelo radical, el proceso de construcción es exclusivo del individuo sin ser afectado por el elemento social, mientras que para el modelo cognitivo el elemento social coadyuva a la mejora de adquisición de los conocimientos pero no es meramente necesario, para el modelo socio-cultural el elemento sociales necesario pero no suficiente, y por último para el construccionismo social, el elemento social es necesario y suficiente. (Serrano & Pons, 2011).

En general el constructivismo ofrece un enfoque desde el cual el individuo se impone al mundo real que vive y experimenta, un significado que está relacionado a la experiencia. Para este trabajo de investigación no se ha seleccionado un modelo de constructivismo en específico, debido a que se han elegido diversos teóricos que tienen raíz en modelos de diferentes momentos históricos del constructivismo; esto tiene relación a la complejidad de la concepción de la alfabetización científica que es multifactorial, y por lo que para analizar con mayor veracidad no se ha acotado la base en una única teoría.

Previo a la descripción más detallada de los aspectos teóricos que dan sustento a la investigación presente, se muestra un mapa conceptual para vislumbrar las relaciones que tienen éstos y los lineamientos constructivistas para el logro de la alfabetización científica.



#### 4.2.2 Epistemología genética de Piaget

Jean Piaget hace sugerencias acerca del desarrollo del conocimiento de los niños en diferentes áreas, quién desafió las perspectivas de inicios del siglo XX, que prevalecían con la visión que la actividad cognitiva de los niños era la misma que en los adultos, únicamente convirtiéndose más eficiente con el uso. Este autor declara que el pensamiento de los niños pasa por una serie de etapas de desarrollo que van siendo más sofisticadas progresivamente, y esta idea de aprendizaje y pensamiento de los niños que es cualitativamente diferente a través de distintos periodos particulares de desarrollo fue revolucionaria. (Towne, 2009)

El autor traza cada una de las etapas de desarrollo cognitivo en el período de la niñez, desde la infancia hasta la adolescencia; su obra permite vislumbrar el desarrollo del conocimiento de los niños en diferentes áreas, es decir que para conocer si los estudiantes de secundaria están desarrollando una alfabetización científica, es debido a que ha existido una construcción del conocimiento en ellos en el área de ciencias.

Desde Towne (2009), este afirma que en el libro *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence (GLT)*, de Inhelder y Piaget de 1958, se destaca la transición del pensamiento del niño de período operacional concreto de la niñez, al período formal operacional de la adolescencia. En el niño el pensamiento, que corresponde a la etapa operacional concreta, se caracteriza por un razonamiento inductivo limitado por la experiencia personal en el mundo concreto, mientras que el adolescente formal operacional puede pensar efectivamente en un modo abstracto. Piaget dentro de sus conclusiones alude que los pensadores formales son capaces de disociar ideas o conceptos generales de los contextos, en los cuales fueron aprendidos, por lo tanto indicaciones específicas concretas no son necesarias para poder desencadenar el reclamo y uso de principios generales.

Igualmente los pensadores formales son capaces de manipular conceptos intelectualmente, integrándolos en universalizaciones generales, o llevando esas generalizaciones a sus principios básicos. El pensamiento formal operacional es

hipotético-deductivo, con el cual el adolescente es capaz de concebir nuevas ideas, conceptos, hipótesis o principios, explorar sus implicaciones y después probarlas para su validez. (Towne, 2009)

A través de investigaciones, Piaget e Inhelder fueron capaces de presentar que los adolescentes están relacionados al pensamiento complejo, que subyace el dominio de muchos conceptos científicos. Inhelder deduce que el pensamiento adolescente alcanza un grado mayor de equilibrio, volviéndose más flexible y efectiva, así son capaces de lidiar con problemas de razonamiento complejo; desarrollan la habilidad de imaginar las muchas posibilidades respecto a una situación, comprendiendo proposiciones hipotéticas, y compensando mentalmente por transformaciones en realidad.

Se argumenta por parte de Piaget que el periodo de operaciones formales, puede ser a su vez subdividido en dos, una etapa temprana que comienza aproximadamente a los once años, y una etapa posterior que inicia alrededor de los catorce años. Los autores Inhelder y Piaget (1958), en Towne (2009), afirman que: después de una fase de desarrollo (11-12 a 13-14 años) el pre adolescente viene manejando satisfactoriamente ciertas operaciones formales, pero no es capaz de establecer un método exhaustivo de prueba; sin embargo el adolescente de 14-15 años de edad tiene éxito en constituir pruebas.

Con base en lo anterior se puede entender, entre otras cosas, que Piaget sostiene que el alumno es capaz e igualmente responsable de crear su conocimiento, en compañía y causa de la interacción con su contexto; la dependencia del desarrollo cognitivo previo a una situación nueva interconectada a su contexto establecerá un balance o desequilibrio al momento de intentar resolverla. Sin embargo si se logra el balance o al luchar contra el desequilibrio para establecer el primero, se habrá llegado a una evolución y ampliación por parte del estudiante; y son éstos a través de los cuales se obtiene y genera un aprendizaje. (Sendino, 2017)

### 4.2.3 El constructivismo social de Lev Vygotsky

Es destacado el interés que existe en las perspectivas socioculturales de cognición, los investigadores han llegado a la conclusión acerca del aprendizaje como un proceso social complejo que va más allá de la mera transmisión de conocimientos, y como resultado las investigaciones ahora exploran la manera en que el lenguaje, las interacciones sociales, y los contextos contribuyen al desarrollo cognitivo. Lo anterior ha sido guiado gracias a la teoría de Lev Vygotsky de 1978 en la que las relaciones sociales están por debajo de todas las funciones mentales. (Gail, Rua & Carter, 1998)

La teoría de Vygotsky acerca de la manera en que las relaciones sociales acompañan todas las funciones mentales superiores, ha guiado a muchos investigadores a estudiar el desarrollo cognitivo desde esta perspectiva. Este clama que alguien puede ser capaz de entender el alto funcionamiento mental de un individuo, si lo hace examinando el contexto sociocultural que le precede; Vygotsky ve la enseñanza y aprendizaje como procesos sociales, y su zona de desarrollo próximo muestra la manera en que interactúan, ésta zona representa la distancia entre el logro que un individuo puede ser capaz de tener por sí mismo y lo que puede obtener tras la ayuda obtenida de un colaborador más capaz.

El desarrollo cultural según la teoría Vygotskiana aparece primero en un plano social y posteriormente en el plano intrapsicológico, las actividades y experiencias se internalizan posteriormente a una serie de transformaciones; proceso que se da en un primer momento de manera interpsicológico entre las personas y posteriormente es intrapsicológico. El mismo proceso se repite para sucesos como la memoria lógica, y la formación de conceptos. (Gail, Rua & Carter, 1998)

En la tesis de 2009 de Towne, éste hace referencia a Carter y Jones (1994), quienes establecen que en el entorno de un aula alguien con mayores avances puede ayudar al desarrollo de un niño tras sugerir, modelar, explicar, hacer preguntas destacadas, discutir ideas, alentar o mantener la atención en el contexto de aprendizaje.

Gran parte del trabajo de Vygotsky se centra en la manera que es moldeado el pensamiento a través de experiencias sociolingüísticas, ya que este argumenta que el pensamiento, lenguaje y cultura se encuentran fundidos, y así la enseñanza y el aprendizaje son procesos sociales por definición. Y es la zona de desarrollo próximo de este autor la que ilustra estas relaciones, ésta se refiere a la distancia que existe entre lo que un individuo es capaz de lograr por sí mismo, y lo que logra construir gracias a una asistencia de un par más capaz. (Gail, Rua & Carter, 1998)

La importancia del contexto, se debe a que de acuerdo a Vygotsky el conocimiento que obtiene un individuo tiene raíz en sus esquemas propios que se han construido a partir de su realidad, pero igualmente se enriquece de la interacción con otros ajenos a través del uso de signos, los cuales son propios de la cultura del individuo; por lo tanto es considerado un ser social que precisa de estos elementos y relaciones en su zona de desarrollo próximo, para obtener un desarrollo cognitivo. Son estos signos y herramientas las que tienen una función de mediadoras del proceso de producción de conocimiento. (Sendino, 2017)

En las lecciones de ciencias, los profesores proveen a los estudiantes con un conjunto especial de herramientas manipulables, tales como microscopios e instrumentos de medición; sin embargo se conoce poco acerca de cómo el uso de estas herramientas contribuye directamente al entendimiento de los conceptos científicos de los estudiantes (Towne, 2009).

Y si bien el aprendizaje es mediado por el uso de herramientas prácticas o la manipulación de objetos, los signos y herramientas creadas artificialmente o simuladas tienen igualmente influencia sobre el individuo mismo y los otros; las herramientas referidas según Vygotsky no sólo son simbólicas sino también físicas, y ambas forman parte de la zona de desarrollo próximo. Cabe mencionar que según Gail et. al. (1998) la efectividad de la zona de desarrollo próximo recae en la calidad de las interacciones verbales que tienen lugar entre los educadores.

El aprendizaje cognitivo según Rogoff (1995) es un plano de actividad comunitaria que envuelve la participación individual con otros, en una actividad

organizada culturalmente que tiene, como parte de su propósito el desarrollo de una participación madura de los individuos menos experimentados. Mientras que el aprendizaje cognitivo conlleva una especie de relación entre un experto y uno que no lo es, la apropiación participativa involucra a dos individuos en desarrollo mutuo, el mismo autor define ésta como aquella que involucra eventos dinámicamente cambiantes con personas que participan en eventos coherentes (donde se puede examinar las contribuciones personales de cada individuo y como se relacionan con las otras, pero sin definir las por separado) y donde el desarrollo es visto como una transformación. Y es relacionado a esta visión de constitución personal, interpersonal, y de procesos culturales mutua; la que involucra un desarrollo en todos los planos enfocados en la actividad sociocultural. (Gail, Rua & Carter, 1998)

El contexto del individuo en relación al proceso de enseñanza - aprendizaje de ciencias en completa relación con el impacto de los avances científicos y tecnológicos, arroja aportes para ser comprendido apoyado en la teoría social de Vygotsky, en conjunto con la previa y posteriores teorías; tomando en cuenta la afición que la tecnociencia tiene sobre la sociedad en general, y en particular sobre los alumnos que deben considerar la relación de los aprendizajes obtenidos en materia de ciencias con su entorno actual.

#### **4.2.4 El aprendizaje por descubrimiento de Jerome Bruner**

Los autores Camargo y Hederich (2010) afirman: “[...] los experimentos de Bruner pueden considerarse pioneros de una línea de investigación psicológica tendiente a construir modelos de aprendizaje de conceptos, especialmente para áreas de conocimiento que operan con conceptos puros o netos, tales como los conceptos propios de Ciencias Naturales” (p. 332). En su trabajo también se encuentra la explicación de lo que Bruner llama el discurso de las ciencias, que es la modalidad de construcción de conocimiento y representación de la realidad del pensamiento lógico-científico; en ésta se organiza el conocimiento mediante categorías o conceptos y las relaciones lógicas que existen entre éstas, lo que lleva a una explicación causal de los objetos y eventos del mundo, y emplea procedimientos para su verificación empírica. Para Bruner “[...] saber ciencia era saber hacer

ciencia y esta idea está en la base de su propuesta de aprendizaje por descubrimiento [...]” (p. 336).

Enseñar a los estudiantes a través de la noción de descubrimiento, pensamiento crítico, cuestionamientos, y habilidades para resolución de problemas, es uno de los principales objetivos en la enseñanza de ciencia y tecnología. Hoy en día se cree que los métodos que están en acorde al enfoque constructivista, en el cual los estudiantes aprenden de manera más efectiva al construir su propio conocimiento, deben ser empleados; y uno de estos métodos es el aprendizaje por descubrimiento. En la enseñanza de ciencias es comprensible encontrar que tanto los fenómenos naturales como la naturaleza de la ciencia, requieren indagación y descubrimiento. Y la indagación en la ciencia consiste en llevar a cabo experimentación e indagación de los fenómenos naturales con aprendizaje por descubrimiento. (Balim, 2009)

En acuerdo con Vygotsky, pero añadiendo en la actividad guiada el elemento del aprendizaje a través de la experiencia personal del descubrimiento para que este sea significativo, se encuentra Jerome Bruner; quien sostiene que la actividad directa de los individuos sobre la realidad es de gran relevancia, por lo que los profesores deben crear los ambientes para propiciarlos a través de no otorgarles los contenidos inmediatamente, sino brindarlos con las herramientas para que el alumno los descubra por sí mismo, y quienes además deben estar rodeados de diversas estrategias metodológicas dependientes de su evolución y desarrollo. (Baro, 2011)

El descubrimiento es una manera en la cual lo desconocido se vuelve conocido para los aprendices y por ellos mismos, en el aprendizaje por descubrimiento la construcción de los conocimientos se lleva a cabo cuando los estudiantes lo hacen en base a nueva información y datos recolectados por sí mismos en un ambiente de aprendizaje exploratorio. (Balim, 2009)

Esto tiene como propósito ocasionar un aprendizaje significativo en el alumno, ya que si se lleva a cabo de la manera expuesta y correcta para el alumno, igualmente se estaría fomentando la investigación a través de la práctica

del descubrimiento. Práctica que a su vez requiere de otra serie de habilidades que se exponen en el concepto de alfabetización científica, como la indagación, la interpretación y la selección de información.

En este ámbito Bruner destaca que cualquier individuo tiene la voluntad de aprender, y ésta debe ser empleada en tales actividades que aumenten la curiosidad y direccionen a los estudiantes a estudiar y descubrir conocimiento; declara también que el aprendizaje sucede por descubrimiento, el cual prioriza la reflexión, el pensamiento, la experimentación, y exploración. El aprendizaje basado en indagación y descubrimiento induce a los estudiantes a tomar sucesos de la vida diaria, con los cuales formularán hipótesis, y las probarán como científicos al tiempo que aumenta su nivel de habilidades cognitivas. (Balim, 2009)

Para el caso de contenido de mayor grado de complejidad se debe llevar a cabo otro proceso, al inicio se deben otorgar las ideas fundamentales de una estructura para que funjan como la base del conocimiento que los individuos irán construyendo, a través del descubrimiento con ayuda de los elementos iniciales brindados; debido a esto Bruner propone que los currículos tengan la forma de espiral, en los que el grado de complejidad del contenido por descubrir irá ascendiendo. (Sendino, 2017)

Como asesor de la *National Science Foundation* en los años 60 y 70, Bruner hizo aportes acerca de la enseñanza de las ciencias con propósito de desarrollo intelectual, la cual debía tener lugar a través de la fomentación de la investigación y descubrimiento para la resolución de problemas; para lo cual se debe incentivar a los estudiantes a través del uso de la intuición, imaginación y creatividad. Logrando así el aprendizaje a través de razonamientos inductivos iniciando con ejemplos específicos hasta llegar a los principios generales; y poniendo central atención en el proceso de construcción del conocimiento científico, más que en los resultados obtenidos a través del mismo. (Camargo & Hederich, 2010)

Las personas que utilizan el auto descubrimiento en el aprendizaje resultan ser más seguras de sí misma, además el aprendizaje indagatorio permite a los

estudiantes de ciencia desarrollar habilidades de percepción; ya que comprenden los fenómenos naturales usando sus habilidades cognitivas y físicas, lo que a la vez les lleva a desarrollar sus habilidades de descubrimiento. Por ello es que este tipo de aprendizaje requiere durante el proceso una participación activa por parte de los estudiantes. (Balim, 2009)

Este enfoque constructivista fue el que llevó al uso de los laboratorios para las clases de ciencias, los cuales tendrían como fin el impulso del desarrollo de razonamiento inductivo, igualmente se considera desde esta perspectiva que el docente será un facilitador del proceso de descubrimiento y el alumno debe fungir un papel de científico; a través del cual tendrá la tarea de explorar y observar la realidad presentada por el docente, haciendo preguntas, y experimentando para la resolución de problemas. “[...] *se convierte en un andamiaje conceptual en el que la interacción comunicativa entre el profesor y sus estudiantes permite el avance cognitivo de los segundos, sin trasladar nunca la responsabilidad del aprendizaje al primero*” (p.339). De esta manera se estaría fomentando que a través de la construcción de su propio conocimiento, se esté incentivando y potencializando la creatividad e inferencia, promoviendo al mismo tiempo la autonomía que podría guiar a un interés hacia las ciencias. (Camargo & Hederich, 2010)

#### **4.2.5 Aprendizaje significativo de David Ausubel**

En el año de 1963 David Ausubel realizó la primera explicación de una teoría psicológica del aprendizaje significativo, la cual fue publicada en la monografía “The Psychology of Meaningful Verbal Learning”. Ausubel (1973, 1976, 2002) crea un marco teórico con el que se pueden conocer los mecanismos a través de los cuales se lleva a cabo la adquisición y la retención de los cuerpos de significado manejados en el aula escolar (Rodríguez, 2004). Llamada teoría psicológica por hacer énfasis en los procesos a través de los cuales un individuo aprende.

A través de esta teoría se abordan todos los elementos, factores, y condiciones que garantizan la adquisición, asimilación, y retención del contenido que se ofrece al alumno, de una manera que pueda adquirir significado para el individuo; Pozo (1989) considera a esta como una teoría cognitiva de

reestructuración que tiene lugar en la estructura del individuo y que es propiciada por un contexto escolar. Tratándose por tanto de una teoría constructivista por el hecho de ser el propio individuo-organismo quien genera y construye su aprendizaje.

Esta teoría de Ausubel hace referencia central al proceso de construcción de significados como elemento principal del proceso de enseñanza-aprendizaje, sosteniendo que el alumno será capaz de aprender un contenido si a éste le puede atribuir un significado, dicho de otra manera el propio estudiante estaría construyendo su conocimiento a través de significados que son otorgados a través de establecer relaciones entre aprendizajes nuevos y los previos conocidos.

De lo anterior mencionado es que nació el interés de Ausubel de conocer las condiciones y propiedades del aprendizaje, que se relacionaran con maneras efectivas y eficaces de provocar cambios cognitivos estables que tuvieran la capacidad de dotar de significado individual y social (Ausubel, 1976). Sostiene la teoría que el alumno no comienza su aprendizaje de cero, [...] sino que aportan a ese proceso de dotación de significados sus experiencias y conocimientos, de tal manera que éstos condicionan aquello que aprenden y, si son explicitados y manipulados adecuadamente, pueden ser aprovechados para mejorar el proceso mismo de aprendizaje y para hacerlo significativo. El papel del docente está, pues, en llevar a cabo esa manipulación de manera efectiva (Rodríguez, 2011, p.32).

Este tipo de aprendizaje significativo tiene sus bases en dos ejes elementales, la actividad constructiva y la interacción con otros; sin embargo no todo el aprendizaje es significativo, el que lo sea depende de cumplir tres condiciones: en primer lugar el alumno debe poseer los conocimientos previos necesarios para poder adquirir los nuevos a través de un contenido que deberá poseer una significatividad psicológica, en segundo lugar el contenido a utilizar en el proceso de enseñanza aprendizaje debe tener por sí mismo una lógica interna y un significado, y por último la actitud del estudiante debe ser la adecuada para favorecer el aprendizaje significativo. (Baro, 2011)

La interacción de conocimientos previos y nuevos de la que se habla en esta teoría es de manera sustantiva, esto se refiere a que debe llevarse a cabo no con cualquier idea previa, sino con un conocimiento relevante anterior específico que ya debe existir en la estructura cognitiva del estudiante. Este conocimiento necesario para obtener el nuevo aprendizaje Ausubel lo llamaba *subsunsor* o *idea-ancla*; a través del cual se le daría significado a la construcción del nuevo por adquirir. (Moreira, 2010)

Sin embargo el aprendizaje significativo no solo hace referencia al proceso mediante el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende, sino también se refiere al producto de este proceso. Ya que al otorgar significados tras la interacción de subsumidores claros, estables y relevantes de la estructura cognitiva del individuo; estos mismos se enriquecen y modifican, dando así lugar a nuevas ideas-ancla más ricas, potentes y explicativas que servirán a su vez como base para otros aprendizajes a través de los cuales se repetiría el proceso. Para que el aprendizaje significativo tenga lugar debe existir una actitud potencial de aprendizaje para hacerlo de manera significativa por parte del aprendiz, y también una presentación de un material potencialmente significativo, que debe poder relacionarse con la estructura cognitiva del aprendiz con ideas-clave adecuadas. (Rodríguez, 2004)

En relación a lo anterior, es imperativo mencionar que el aprendizaje significativo no sucederá si el aprendiz no tiene en su estructura cognitiva con subsumidores claros, estables y precisos para recibir la nueva información; de esta manera la estructura cognitiva del individuo se ha convertido en la pieza clave más importante, lo que llevó a Ausubel (1976) a declarar que: “Si tuviese que reducir toda a psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averigüese esto, y enséñese consecuentemente” (p.6).

Esta importancia que otorga a la estructura cognitiva radica en la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora, que suceden en esta; el aprendiz que debe ser un receptor activo tiene que emplear los significados que ha internalizado exitosamente, así al tiempo que lleva a cabo la diferenciación

progresiva de su estructura cognitiva, también hace la reconciliación integradora con la cual identifica semejanzas y diferencias, reorganizando por tanto su conocimiento. (Rodríguez, 2011)

Por otra parte se encuentra el aprendizaje mecánico, el cual es considerado contrario al aprendizaje significativo, que es el proceso donde no interactúa el nuevo contenido con la estructura cognitiva del aprendiz o si hay interacción es arbitraria y literal; por lo que carecerá de significado alguno. Sabiendo esto debe mencionarse que tanto el aprendizaje por descubrimiento, como el aprendizaje receptivo pueden ser mecánicos o significativos.

Ahora bien, ya que se ha analizado brevemente al aprendizaje significativo, puede decirse con certeza que éste subyace a otras teorías constructivistas. Rodríguez (2011) afirma que este tipo de aprendizaje requiere en el estudiante una capacidad reflexiva al proceso y producto objeto de aprendizaje, el cual tiene la tendencia a preguntar qué se quiere aprender, por qué y para qué hacerlo de manera significativa. Finalmente cabe destacar que Moreira (2005) opina:

*A través del aprendizaje significativo crítico es como el alumno podrá formar parte de su cultura y al mismo tiempo, no ser subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. (p. 88)*

#### **4.2.6 El cambio conceptual de Strike y Posner**

La teoría del cambio conceptual se refiere al aprendizaje que requiere el cambio de una concepción previa, esta teoría del aprendizaje se enfoca principalmente a la ciencia y cuenta con menos de 100 años de historia, siendo a inicios de los años 1980 que se publicó en la Universidad de Cornell por un grupo de investigadores de educación científica. Los últimos 25 años ha sido tema central en la investigación de educación científica, y debe ser mencionado que las influencias tempranas fueron formadas por Piaget y Kuhn (Lynn, 2016).

El conocimiento previo es un factor de suma importancia para el aprendizaje de las teorías científicas, por lo que en esta área la idea del cambio conceptual ha intentado contestar cuestionamientos que refieren a la interacción del conocimiento previo y conocimiento nuevo, a la existencia del conocimiento

previo, los procesos a través de los cuales alguien cambia concepciones alternativas por concepciones aceptadas en un contexto científico, es decir, a saber cómo sucede el cambio conceptual. Se mencionaron previamente las influencias de Piaget en esta teoría, y este sostiene que el progreso de conocimiento científico es estructural y no conceptual, como es establecido en los estudios de cambio conceptual; sin embargo al mismo tiempo el autor afirma que la acomodación cognitiva necesita de una experiencia que cause un desequilibrio o conflicto en ésta, para que en algún momento vuelva la acomodación y así habría un cambio conceptual. (Moreira & Greca, 2003)

En el modelo revisionista del cambio conceptual la teoría no se limita a lo racional y lógico, sino que todo el aprendiz es reconocido; por tanto en el proceso de acomodación del conocimiento una visión holística del proceso incluye las motivaciones del aprendiz, la curiosidad, y las experiencias. Los modelos constructivistas del cambio conceptual están basados en discusiones e interacciones entre el estudiante, el instructor, y el ambiente; el instructor es capaz de construir el ambiente y una lección, así como fomentar las interacciones con el fin de mejorar la participación del aprendiz. Estos factores junto con el modelo constructivista fundamental de un ambiente de aprendizaje cooperativo, impactan en la acomodación de nuevos conceptos y animan al aprendiz como un participante activo. (Lynn, 2016)

En este ámbito el trabajo de Posner, Strike, Hewson, y Gertzog de 1982 es reconocido, pero aún más los posteriores de Strike y Posner (1985), quienes ofrecen alternativas sólidas para el análisis teórico, y para crear estrategias de enseñanza relacionadas a las transformaciones conceptuales; debe mencionarse que sus fundamentos radican en dos raíces de la construcción del conocimiento, en primer lugar los planteamientos de Kuhn (1986) acerca del análisis filosófico de la historia de la ciencia, y en segundo lugar el análisis del significado de los términos. (Flores, 2004)

El modelo de cambio conceptual asume que el cambio ontogenético en el aprendizaje del individuo es análogo a la naturaleza del cambio en los paradigmas científicos, lo que permitió a Posner mapear las concepciones de la investigación

científica sobre el aprendizaje y construir un modelo funcional de cómo lograrlo similar a las revoluciones científicas de Kuhn (1970). (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004)

Según Moreira y Greca (2003), Strike y Posner (1985), afirman que para dar paso al cambio conceptual deben existir cuatro condiciones:

1. **Insatisfacción** de las concepciones existentes.
2. La nueva concepción debe ser **inteligible**.
3. La nueva concepción debe parecer **plausible** (capacidad de resolver los problemas generados por conceptos previos)
4. La nueva concepción debe tener la posibilidad de una investigación **fructífera** (ser extendido a otras áreas, nuevas posibilidades) (p. 203)

Ahora bien acerca del significado de los términos, éstos hacen alusión a más que los aspectos semántico y sintáctico, incluyendo así distintos aspectos contextuales que impactan en la “ecología conceptual” del individuo; la cual es entendida como una estructura conceptual interrelacionada, formada por artefactos cognitivos como anomalías, metáforas, creencias epistemológicas, creencias metafísicas, conocimientos de otras áreas y conocimientos de concepciones rivales (Moreira & Greca, 2003) (Flores, 2004). Y es a través de esta afectación que surge el proceso de acomodación, en el que se rescata el vocablo de Piaget, y que además es al mismo tiempo una reestructuración.

De lo anterior mencionado Flores (2004) resume que los aspectos del trabajo de Posner y Strike, y que preceden como base a los posteriores modelos del cambio conceptual son:

- a) *el aprendizaje es conceptualizado como un proceso de cambio conceptual;*
- b) *el cambio conceptual es un proceso mental del sujeto;*
- c) *es un proceso complejo que implica la transformación de diversos aspectos conceptuales y/o cognitivos del sujeto (ecología conceptual), y*

*d) es un proceso que requiere de un tiempo no especificado, pero, en todo caso, no inmediato; así como del reconocimiento o conciencia del sujeto de las condiciones para el cambio. (p.257)*

Años posteriores los autores Strike y Posner hacen modificaciones a su teoría del cambio conceptual, ésta había recibido críticas que mencionaban lo inadecuada que resultaba, además de la poca evidencia que demostrará que tenía lugar en los alumnos; resultando que éstos no abandonaban sus concepciones previas porque continúan utilizándolas en los contextos cotidianos. Otro factor fue la racionalidad del modelo que ignoraba factores no cognitivos, donde además había que incluir lo procedimental y lo actitudinal en el caso de aprendizaje de conceptos científicos; ya que se requiere un cambio de principios como el epistemológico y el ontológico. (Moreira & Greca, 2003)

De esta manera Moreira y Greca (2003) muestran que los autores hacen una crítica a su teoría original, sugiriendo que al tratar de comprender el desarrollo cognitivo se debe comprender como tienen a lugar las interacciones entre los componentes de la ecología conceptual de un individuo, observando también cómo se desarrollan y cómo se relacionan con la experiencia, Strike y Posner refieren a Heráclito quien dice que todo está en flujo, así es difícil pasar dos veces por la misma ecología conceptual; las modificaciones necesarias a su modelo original fueron las siguientes, acentuando la importancia mayor del último par:

- 1. Un espectro más amplio de factores debe ser considerado al tratar de describir la ecología conceptual del aprendiz. [...] Factores personales, sociales e institucionales deben también ser considerados.*
- 2. Las concepciones científicas y las concepciones alternativas no son solamente objetos sobre los cuales actúa la ecología conceptual del aprendiz sino que son también partes de esa ecología. Deben ser vistas como interactuando con las otras componentes.*
- 3. Concepciones y preconcepciones pueden existir en distintos modos de representación y diferentes grados de articulación.*
- 4. Una visión desenvolvimentista de ecología conceptual es necesaria.*

5. *Una visión interaccionista de ecología conceptual es necesaria.*  
(p.307)

#### **4.2.7 Aprendizaje significativo y cambio conceptual**

La relación que puede existir entre estas dos teorías es el visualizar el cambio conceptual como desarrollo, enriquecimiento o evolución conceptual, proponiendo el cambio conceptual en términos que pertenecen al aprendizaje significativo y tomando la última posición de Strike y Posner; así se modifica la mera sustitución de conceptos previos por conceptos nuevos aceptados en un contexto científico determinado, por tanto lo que sucede es que se agregan nuevos significados a las concepciones existentes, sin borrar o reemplazar las antiguas.

Los autores Moreira y Greca (2003) indican que desde el aprendizaje significativo Ausubel y Novak afirman que la etapa final del proceso de asimilación es la idea-ancla modificada, donde ahora desde esta visión el significado final tiene complemento de los residuos del significado original y residuos de los significados añadidos y comprendidos. Además en una concepción empleada se tienen presentes significados que fueron aceptados y los que no lo fueron, sin embargo el individuo es capaz de discriminar alguno de ellos de acuerdo al contexto de la situación. Y conforme tiene lugar el aprendizaje significativo en el individuo, la concepción se desarrolla y aumenta la discriminabilidad, volviéndose más rica.

En cuanto al factor evolutivo del que se habla, el término hace referencia al patrón gradual a través del cual un estudiante añade elementos de una nueva concepción, y a la par conserva elementos de la concepción previa. Entonces en el área de ciencias se debe incluir este patrón de cambio gradual, donde la exposición de las ideas científicas debe comenzar antes para dar tiempo a la incubación y desarrollo. (Nussbaum, 1989) Agregarlo a la lista de referencias de art. CC y AS

En el año de 1993 David Schuster propuso el trabajo "From misconceptions to richconceptions" en el Seminario Internacional sobre Concepciones Alternativas y Estrategias Educativas en Ciencias y Matemáticas, afirmando que se debe

[...] enriquecer la comprensión conceptual juntamente con la metacognición, considerando las situaciones holísticamente y poniendo en juego los múltiples conceptos y terminologías relacionados así como los modos de razonamiento involucrados, incluso las nociones de uso cotidiano del aprendiz, acompañados de discriminación conceptual consiente [...]. (Moreira & Greca, p.309)

#### **4.2.8 Análisis entorno a los referentes teóricos**

El mapa conceptual al inicio de este capítulo, muestra que se tiene al individuo como el epicentro del proceso de aprendizaje, y en éste ya existen características específicas para cada uno de ellos, ya que cada uno posee conocimientos previos que deberán impactar en la manera de canalizar mentalmente los nuevos por adquirir; por lo que cognitivamente estarán existiendo constantemente interacciones mentales que harán evolucionar conocimientos y descartar otros de ellos, sin olvidar que esos que se han “desechado” no han sido eliminados, sino que han sido igualmente base para abrir paso a la evolución.

Lo que un individuo aprende depende, desde estas perspectivas, de un cúmulo de características que no sólo se refieren a lo escrito en el párrafo que antecede a éste; sino que igualmente el medio ambiente y el contexto juegan un papel importante que impactan a la situación presentada al alumno en el aula, para construir así significados y posterior conocimiento. Desde estas ideas entonces se ha relacionado cada uno de estos aspectos que forman parte del contexto del individuo, al aspecto de la naturaleza de la ciencia que forma parte de la alfabetización científica; ya que es este componente el que involucra aspectos como la influencia social y cultural en la ciencia, y el desarrollo de la misma.

Se puede observar desde Piaget que los conceptos que un individuo en la etapa de la adolescencia es capaz de manejar, mediante el pensamiento formal operacional, le permiten integrar universalizaciones generales a través de un proceso hipotético-deductivo; lo que está estrechamente relacionado a los principios de la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel y al cambio conceptual desde el modelo de Strike y Posner. Esto es visto porque se habla igualmente en estas últimas que para evolucionar los conceptos, el individuo

posee ciertas hipótesis que irá transformando gracias a nuevos conceptos adquiridos; los que se convertirán en conocimiento y se podrán interrelacionar si se les otorgan significados.

Este pensamiento formal operacional al que refiere Piaget, está vinculado en esta tesis con el primer apartado de la alfabetización científica que como fue definido, se refiere al conocimiento de conceptos y teorías de ciencia y tecnología; ya que sin las bases que representan esos conocimientos básicos, el individuo sería incapaz de llevar a cabo procesos deductivos que utilizará para llevar a cabo actividades como resolver problemáticas reales y comprender conceptos de mayor complejidad.

Por su parte el aprendizaje por descubrimiento de Brunner aporta el elemento del aprendizaje a través de la experiencia personal del descubrimiento, añadiéndolo a la actividad guiada especificada por Vygotsky; y lo que permite según Brunner que este aprendizaje pueda ser significativo, añadiendo este elemento a los principios declarados antes de Ausubel. Brunner menciona también que la actividad de los individuos sobre la realidad es de gran relevancia, así que los profesores juegan un rol importante para crear los ambientes necesarios para propiciar un verdadero aprendizaje, y en este ambiente se estarían observando y experimentando la influencia de la interacción social, dentro y fuera del aula.

Los conceptos previos de aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo que están fuertemente vinculados si son aplicados a un análisis del aprendizaje de la ciencia, como en este caso, integran el desarrollo de habilidades y conocimientos referentes a ambos componentes de la alfabetización científica; en primer lugar para que un aprendizaje sea significativo debe ser comprendido en su totalidad, lo que implica entender conceptos científicos y las teorías relacionadas a estos, además de referirles relaciones aplicadas a situaciones reales de la vida diaria. Y en segundo lugar el aprendizaje por descubrimiento demanda una agudeza en la capacidad de plantear conocimiento científico en problemas prácticos, así como habilidades de trabajo individual y colectivo, que tienen correspondencia con los elementos descritos por la naturaleza de la

ciencia, como lo son el conocimiento del proceso científico, la indagación científica y, los valores y creencias inherentes a lo mismo.

La influencia que tiene en el aprendizaje situado con enfoque sociocultural, es vista desde la relación que ejercen los actores que rodean al estudiante, como familia, docentes y amigos; e igualmente de la enseñanza que obtendrá a través de la experiencia personal. Así se estará construyendo conocimiento entorno a la sociedad y obtendrá significado para el aprendiz. Esto vuelve a hacer énfasis en el componente de la naturaleza de la ciencia que es lo que le permite al individuo reconocer el papel que representa él mismo ante la sociedad, y recíprocamente la importancia de la sociedad y cultura en el desarrollo del conocimiento científico, y la investigación científica.

Puede observarse entonces la necesidad de alcanzar individuos alfabetizados científicamente, ya que todo aprendizaje científico se encuentra también fuertemente relacionado al contexto y cultura, tanto a nivel local como universal; por lo que es de suma importancia elevar el tipo de aprendizaje científico que se fomenta en las aulas, para inducir a que adquieran conocimiento y habilidades que les permitirán desarrollarse adecuadamente en una sociedad altamente impactada por la ciencia y tecnología.

## V. COMPRENSIÓN DEL CONTEXTO DE ESTUDIO

### 5.1 Introducción

Actualmente el proceso de enseñanza y aprendizaje no se limita al llevado a cabo en el aula, los contextos son descritos como formal, no formal, e informal; sin embargo para la investigación en cuestión el proceso de aprendizaje es llevado a cabo en el contexto formal. De acuerdo a Belén (2017) una forma de distinguir el contexto formal de resto es bajo criterios, el primero de ellos es el *criterio de la organización* que permite entonces identificar a las secundarias públicas en México como una secuencia de la educación básica en el último nivel con tres grados, de los cuales el tercero y último será el de primordial interés. Desde el *criterio estructural* se reconoce a las secundarias públicas en sus tres modalidades como inclusivas dentro del sistema educativo regulado por la Secretaría de Educación Pública, y finalmente haciendo referencia al *criterio metodológico* la educación formal hace mención de una educación escolar que es precisamente la que reciben los sujetos de interés.

La necesidad de priorizar en la formación científica aquellas capacidades que ayudan a la ciudadanía a ejercer sus derechos e integrarse mejor en un mundo cada vez más influido por la ciencia y tecnología, es el motivo por el cual los antecedentes de la alfabetización científica como finalidad educativa tienen una historia dilatada en la educación científica de algunos países, que se remontan al menos hasta mediados del pasado siglo XX; coincidiendo con las reformas educativas proyectadas, desarrolladas e implantadas en muchos países durante la década de los noventa en las cuáles se reivindica con frecuencia la necesidad de una alfabetización científica y tecnológica como parte esencial de la educación básica y general de todas las personas. (Acevedo, Vázquez, & Manassero, 2003)

En México previo a los años noventa, el 29 de Diciembre de 1970 fue fundado el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por disposición del H. Congreso de la Unión; como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, integrante del Sector Educativo. En el año de 1992 las atribuciones sobre ciencia y tecnología fueron asignadas a la Secretaría

de Educación Pública (SEP), y así la SEP y CONACYT recibieron la responsabilidad de coordinar el subsector de Ciencia y Tecnología Nacional.

La secundaria en México existe desde 1921 cuando adquirió formalidad, hasta antes de 1958 sólo existió un tipo o modalidad de educación secundaria que posteriormente adquiriría el nombre de secundaria general; en 1958 nace la modalidad de secundaria técnica que incluyó actividades tecnológicas para promover en el educando una preparación para el trabajo por las necesidades de la época. Por último en el año de 1968 se genera la telesecundaria que comienza de manera experimental y se integra de manera formal al sistema educativo nacional un año después, ésta modalidad nace con el fin de llevar la educación a los poblados rurales. Y en 1993 tras la firma del Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica (ANMEB), con el propósito de dar solución a las desigualdades educativas nacionales y mejorar la calidad de la educación básica, en julio de 1993 adquiere obligatoriedad la educación secundaria incrementándose así a 9 años la escolaridad básica obligatoria. (Zorrila, 2004)

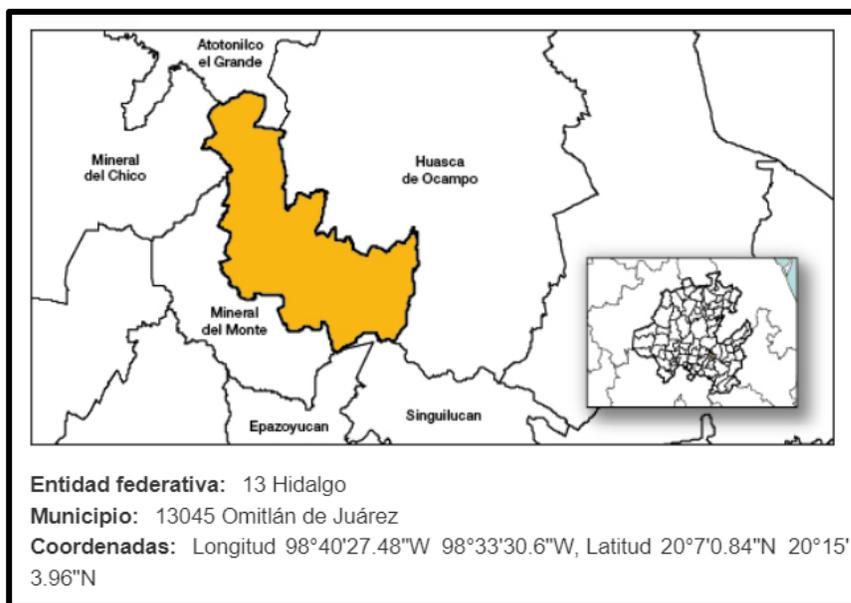
La escuela secundaria pública, sin importar la modalidad que elijan en su momento los estudiantes mexicanos, es gratuita y obligatoria dentro del país. Las tres modalidades de escuelas secundarias tienen componentes característicos que las diferencian entre sí, y que es por lo cual se tomarán en cuenta dos de ellas para llevar a cabo una comparación. La escuela telesecundaria geográficamente se encuentra ubicada en el municipio de Omitlán de Juárez en el estado de Hidalgo, la escuela secundaria general se localiza en la cabecera municipal de Atotonilco el Grande del mismo estado.

## **5.2 Escuela Telesecundaria**

La escuela telesecundaria, se encuentra ubicada en la cabecera municipal del Municipio de Omitlán de Juárez, que lleva el mismo nombre; es uno de los ochenta y cuatro municipios del estado de Hidalgo, que para 2015 su población era de 9,636 habitantes. El municipio se localiza en el centro del territorio hidalguense, específicamente entre los paralelos 20° 06' y 20° 16' de latitud norte;

los meridianos 98° 33' y 98° 41' de longitud oeste; con una altitud entre 2000 y 2900 msnm.

La extensión o superficie del municipio es de 79.73 km<sup>2</sup>, colinda con los municipios de Mineral del Chico, Atotonilco el Grande, Huasca de Ocampo, Singuilucan, Epazoyucan, y Mineral del Monte. En la figura siguiente se puede apreciar el mapa del municipio. El ámbito de la población define al municipio como un contexto urbano, el cual cuenta con 32 localidades de ámbito rural.



**Figura 2.** Mapa Omitlán de Juárez. Fuente: Sitio INEGI

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) (2017), el municipio registra un Índice de Marginación Medio; el 47.5% de la población se encuentra en pobreza moderada y 15.1% se encuentra en pobreza extrema. En 2015, el municipio ocupó el lugar 43 de 84 municipios en la escala estatal de rezago social. En el ámbito educativo, correspondiente al ciclo escolar 2015-2016, se reportó que atienden a 3288 alumnos en un total de 35 escuelas; de las cuales 15 son de nivel preescolar, 13 de nivel primaria, 5 secundarias y 2 de nivel medio superior.

Los estudiantes de la escuela Telesecundaria, en su mayoría, provienen de las diferentes comunidades del mismo municipio, así como algunos también del municipio de Atotonilco el Grande. Se encuentra ubicada en la calzada Fco. I Madero, cuenta con un total de nueve grupos, tres por cada grado, las

instalaciones son cómodas y con la ampliación adecuada; cuenta con un laboratorio para llevar a cabo prácticas de ciencias, aunque en el momento del estudio, éste se encontraba inhabilitado, además tiene un aula de medios, la dirección principal, el aula de computación, sanitarios, así como una cancha de basquetbol y demás espacio para recreación.

### 5.2.1 Sujetos

En este tipo de modalidad de secundaria, existe un profesor para cada uno de los grupos, quienes están encargados de impartir todas las asignaturas correspondientes a su grado. En la tabla 3 a continuación se muestra la cantidad de alumnos y género de cada grupo de tercer grado; los tres grupos existentes fueron empleados para el estudio, así como cada uno de sus profesores.

**Tabla 3**

*Alumnos por grupo de Telesecundaria*

<b>Grupo</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Alumnos</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>28</b>
Femenino	14	9	11
Masculino	18	16	17

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla la cantidad total de alumnos que fungieron como sujetos de la investigación fueron 85, los profesores participantes fueron 3, correspondiendo a uno de cada grupo, los cuales al tener a cargo todas las asignaturas, también estaban a cargo de impartir la clase de ciencia. Los tres grupos asisten en un único turno, siendo este el matutino, en un horario de clase de 8 a.m. a 2:00 p.m.; en específico a la clase de ciencia se le otorgan 5 horas por semana.

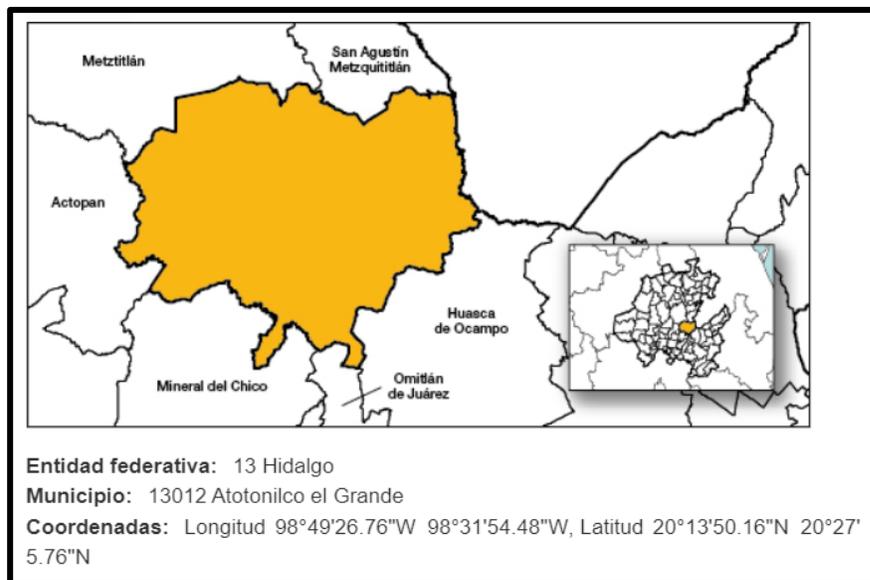
El historial académico de ciencias de los 85 alumnos a lo largo de su trayectoria por la escuela Secundaria de las materias de ciencias, que refiere a la asignatura de Biología en primero, Física en segundo, y Química en tercer grado; muestra que el 96% de los alumnos (82) estuvieron presentes los tres años en esta escuela, del resto dos llegaron en segundo grado y otro en tercero. De los 82

alumnos, 70 obtuvieron los tres grados calificaciones aprobatorias en las clases de ciencias, y los otros doce en ciertos bimestres reprobaron, sin embargo el resultado final fue aprobatorio para todos.

Los profesores sujetos de este estudio pertenecientes a la Telesecundaria No. 03 poseen diferentes formaciones, el Profesor 1 tuvo una formación de Licenciatura en Derecho, sin embargo al finalizar notó que no era de su agrado esa carrera, por lo que optó por estudiar para profesora de Telesecundaria; el Profesor 2 estudió la carrera de Licenciatura en Matemáticas Aplicadas; y el Profesor 3 egresó de la carrera de Profesor de Geografía.

### 5.3 Secundaria General

La escuela Secundaria pertenece al municipio de Atotonilco el Grande, se encuentra en el centro de la cabecera del mismo, este es uno de los 84 municipios del estado de Hidalgo. Se ubica en el centro del territorio hidalguense, con exactitud entre los paralelos  $20^{\circ}13'$  y  $20^{\circ}27'$  de latitud norte, los meridianos  $98^{\circ}32'$  y  $98^{\circ}50'$  de longitud oeste; tiene una altitud entre 1300 y 2600 msnm. En la Figura 3 puede observarse el mapa del municipio. Cuenta con una superficie de  $457.09 \text{ km}^2$  y una población de 27,433 habitantes de acuerdo a la encuesta de INEGI.



**Figura 3.** Mapa Atotonilco el Grande. Fuente: Sitio INEGI

Atotonilco el Grande colinda con los municipios de Metztitlán, San Agustín Metzquititlán, Veracruz de Ignacio de la Llave, Huasca de Ocampo, Omitlán de Juárez, Mineral del Chico, y Actopan. La localidad de Atotonilco el Grande, que es la cabecera, es de un ámbito Urbano, sin embargo cuenta con 66 localidades activas y el resto de ellas son de ámbito rural. De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) (2017), el municipio tiene un Índice de Marginación Medio; y el 46.5% de la población se encuentra en pobreza moderada y el 13.1% se encuentra en pobreza extrema. En materia educativa, durante el ciclo escolar 2015-2016, se atendieron a 7,417 alumnos, a través de 127 escuelas.

En la escuela secundaria General existen dos turnos, el matutino de 7:00 a.m. a 1:00 p.m. y el vespertino de 1:00 p.m. a 7:00 p.m., de los cuales en el primero se generan más grupos; en el turno matutino existen para tercer grado, un total de 7 grupos identificados de la letra “A” a la “G”, mientras que por la tarde únicamente hay 4 grupos identificados de la letra “A” a la letra “D”. En infraestructura, cuenta con aproximadamente 12 aulas, 5 oficinas, 5 espacios destinados a talleres, un laboratorio, 2 canchas de basquetbol, una explanada y demás espacio para recreación.

### **5.3.1 Sujetos**

En este tipo de modalidad de secundaria, existe un profesor especializado para cada una de las asignaturas de los grupos, por lo que el mismo profesor de ciencia de tercer grado (Química) es quien presenta la clase a cada grupo. En la tabla 4 a continuación se muestra la cantidad de alumnos y género de cada grupo de tercer grado que fue empleado para el estudio, los cuales fueron seleccionados tres para igualar la cantidad de los grupos de la escuela Telesecundaria.

**Tabla 4**  
*Alumnos por grupo de Secundaria General*

<b>Grupo</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>D</b>
<b>Alumnos</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>36</b>

Femenino	14	14	21
Masculino	18	18	15

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla la cantidad total de alumnos que fungieron como sujetos de la investigación fueron 100, y un profesor participante, correspondiendo al único encargado de la materia de Química para todos los grupos. Los tres grupos asisten en el turno matutino, y en específico a la clase de ciencia se le otorgan 5 horas por semana. El Profesor 4 encargado de la clase de ciencia de todos los alumnos, se formó a través de la carrera de Lic.en Contador Público.

El historial académico de ciencias de los 100 alumnos a lo largo de su trayectoria por la escuela Secundaria de las materias de ciencias, que refiere a la asignatura de Biología en primero, Física en segundo, y Química en tercer grado; muestra que el 83% de los alumnos (83) estuvieron presentes los tres años en esta escuela, del resto once llegaron en segundo grado y seis en tercero. De los 83 alumnos, 75 obtuvieron los tres grados calificaciones aprobatorias en las clases de ciencias, y los otros ocho en ciertos bimestres reprobaron, sin embargo en el resultado final solo un estudiante reprobó la materia de Química en tercer grado.

## **VI. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología permite vislumbrar un camino para aproximarse a conocer lo que es desde un punto de vista científico, conduciendo a los investigadores a “verdades” que pueden ser parciales e incluso, pasajeras y mudables. Pero permitiendo alcanzar una máxima confiabilidad posible al momento de llevar a cabo la investigación. (Soler, 2006)

### **6.1 Paradigma de Investigación**

La importancia de la elección del paradigma en un trabajo de investigación radica en que éste es fundamental para establecer las bases que proporcionará para solucionar problemas. Por ello a continuación se lleva a cabo un breve ensayo a manera de análisis de los diferentes paradigmas en relación a la investigación en educación, los elementos o características de cada uno, así como sus finalidades; con objeto final de la elección de uno de ellos para guiar el estudio de interés, donde también se habla de los paradigmas utilizados en los trabajos de investigación reportados en el estado del conocimiento.

La palabra “paradigma” en sí tiene distintas definiciones, entre las cuales se encuentra una hecha por Kuhn (2004) que afirma es una síntesis de creencias, compromisos grupales, o maneras de ver, compartidas por una comunidad dada; y que además [...] denota una especie de elemento de tal constelación, las concretas soluciones de problemas que, empleadas como modelos o ejemplos, pueden reemplazar reglas explícitas como base de la solución de los restantes problemas [...] (p.269) (Cerón, 2016); para Morin (1982) es un principio capaz de producir distinciones, relaciones, y oposiciones fundamentales entre nociones, que generan y controlan las categorías y discursos de una comunidad científica; y para Senge (1990) los paradigmas son modelos mentales que generan y regulan las imágenes internas de cómo funciona el mundo, las teorías que se aceptan como demostradas, los mapas mentales con que modelamos la conducta y la actividad cotidiana en el preconsciente. (Soler, 2006)

Los autores Guba y Lincoln (1994) hacen una clasificación de cuatro paradigmas, el positivista, el postpositivista, el crítico y el interpretativo; y los

supuestos teóricos tienen tres bases filosóficas que son la ontología (ocupada de preguntarse sobre la realidad de “lo que es”), la epistemología (ocupada de preguntarse cómo conocemos lo que es) y la metodología (centrada en detectar las perspectivas para enfrentar un problema de investigación con el máximo nivel de rigor científico, confiabilidad, validez y credibilidad).

Por su parte Martínez (2013) opina que cualquier paradigma de investigación tiene como base de apoyo un sistema filosófico, para posteriormente aplicarse a través de un sistema de investigación; donde el paradigma positivista lo hace de manera hipotético-deductiva, mientras que los paradigmas interpretativo y dialéctico-crítico lo hacen desde la hermenéutica.

Según Soler (2006) el paradigma crítico tiene una visión ontológica de la realidad como cambiante modelada por el sujeto y la sociedad, donde epistemológicamente la relación sujeto-objeto es interactiva y dialógica, y metodológicamente los descubrimientos se llevan a cabo por método cualitativos; igualmente la autora destaca que los paradigmas crítico e interpretativo son los que reflejan el pensamiento postmoderno asumiendo al mundo como cada vez más complejo, contextual y relativo a un lugar y que entender la “realidad” es un fenómeno subjetivo e indeterminado, no universal ni objetivo. (De trabajo completo)

De acuerdo a Cerón (2016) las ciencias humanas y sociales se encuentra clasificada con tres intereses cognitivos que pueden ser identificados en toda investigación, los cuales son: el técnico, el práctico, y el emancipatorio. Estos a su vez son guías vinculados a los paradigmas de investigación en la ciencia: “las ciencias empírico-analíticas (paradigma positivista), las ciencias histórico-hermenéuticas (paradigma interpretativo o comprensivo) y las ciencias críticas (paradigma crítico), respectivamente” (p.15). Desde esta perspectiva el interés práctico se centra en la concepción del mundo de manera mecánica-causal, por su parte el práctico se orienta hacia la comprensión y el entendimiento de los participantes, donde se fundamenta la acción práctica de los sujetos; y finalmente el interés emancipatorio tiene como principal interés la participación reflexiva y consciente de quienes intervienen en las prácticas sociales.

De esta manera se puede defender que el paradigma positivista tiene como foco el dar solución a un problema determinado, el paradigma hermenéutico o interpretativo pretende entre sus objetivos rescatar los motivos, y se centra en la comprensión del sujeto que es objeto del fenómeno, y finalmente el crítico busca generar cambios y transformaciones en los contextos en que interviene la investigación.

Derivado del análisis previo, se decide en la presente investigación seleccionar el paradigma hermenéutico o interpretativo que conlleva un interés práctico, ya que en el objetivo de investigación que es un estudio de caso, se plantea diagnosticar la alfabetización científica en los estudiantes de tercero de secundaria, relacionada ésta con la comprensión y análisis del Programa de Ciencias y Tecnología (2017) de la SEP, así como con la aplicación del mismo mediante estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Desde Mardones y Ursua (1982), quienes identifican que en la postura hermenéutica-lingüística como base la identidad sujeto-objeto, y donde el punto nuclear deriva consecuencias metodológicas en busca de la comprensión (Verstehen), relacionado a la sociología comprensiva de Weber quien habla del sentido y comprensión en las ciencias sociales y humanas.

En el estado del conocimiento elaborado para la presente investigación se ha detectado, en relación al paradigma de investigación, que existe una variedad de cada uno de ellos; siendo el paradigma interpretativo el que predomina mayormente, seguido del positivista, y al final el crítico con menor número. Ubicados en el paradigma positivista se encuentran estudios que giran en torno a instrumentos de evaluación de algún aspecto de la alfabetización científica, y otros que son acerca de estrategias específicas de enseñanza; donde ambos tipos de estudio pretenden solucionar de manera sencilla el problema detectado, entre estos se encuentran los estudios de Liang et.al. (2006), Lynn (2008), y Senar et.al. (2017), centrados en generación y validación de instrumentos, por otro lado enfocados a estrategias se presenta a Garmendia y Guisasola (2005) Romo (2008), Casal (2013).

Por otra parte dentro del paradigma interpretativo se ubican distintos tipos de estudio, que buscan encontrar algún tipo de relación entre diversos factores que pertenecen a la alfabetización científica, ello con objeto de poder comprender el problema al que pertenecen las variables estudiadas, en este apartado se pueden hallar los trabajos de Lynn (2006), Navarro y Förster (2012), Camacho y Pereira (2013), Vallés y Arranz (2013), Franco-Mariscal (2015), entre otros. Por último el paradigma crítico se encuentra únicamente en dos investigaciones, del estado del conocimiento, en Abd-El-Khalick y Akerson (2014) y Poyato, et.al. (2017), ambas de ellas son del ámbito del profesorado, donde se estudian problemas en relación a su formación para poder entenderlos y finalmente darles una solución apropiada.

Este análisis permite detectar que la temática puede ser abordada desde distintos elementos o variables, y los diferentes paradigmas hacen alusión al nivel de alcance que se pretenda en la investigación, al nivel de maestría en que se inscribe este proyecto es aceptada la característica interpretativa en un estudio, entre otros motivos por la limitación de tiempo. Por tanto, en resumen puede justificarse que para los objetivos planteados en la presente investigación, el paradigma interpretativo funciona como una guía correcta para indicar el camino a seguir.

## **6.2 Tipo de estudio y enfoque de la investigación**

En primer término el estudio posee un lineamiento descriptivo, que se centra en la revisión y focalización de los hallazgos producidos a nivel de la alfabetización científica lograda en los estudiantes de secundaria a través de la promoción de la misma desde el programa de ciencias de la SEP, haciendo así un diagnóstico de ello.

La investigación aquí reportada es un estudio de caso, éste tiene el propósito de detectar las características de una unidad, para poder analizar a profundidad distintos aspectos de un mismo fenómeno; sin embargo esto no quiere decir que se pretendan lograr conclusiones generalizables, ya que existen múltiples

realidades y para analizar una de ellas se necesita la inmersión en el campo de estudio. (Munarriz, 1992)

El estudio de caso(s) permite flexibilidad al momento de seleccionar las fuentes y técnicas a utilizar para la recolección de la información en un estudio, además el supuesto en que se basa justifica una investigación local que puede reflejar una situación más global (Álvarez, C., & San Fabián, J., 2012); y debido a la naturaleza multifactorial de la alfabetización científica se elige esta metodología que según Cebreiro y Fernández es conveniente si es “[...] para analizar aquellos problemas o situaciones que presentan múltiples variables y que están estrechamente vinculados al contexto en que se desarrollan” (Cebreiro L. & Fernández M., 2004, p.667).

En el estado del conocimiento se hace mención del trabajo de Towne (2009), quien conduce su investigación utilizando el modelo de estudio de caso orientado en la información, siguiendo el diseño de Campbell y Stanley del año 1963, basado en un grupo de control con un pre test – pos test cuantitativo para evaluar las habilidades formales de razonamiento e inteligencia. Debido a la gran demanda de tiempo de los estudiantes, y a la naturaleza exploratoria del estudio, el tamaño de la muestra en el estudio fue pequeña; lo que puede debilitar la validez externa del estudio, incluida la validez de la población y la validez ecológica.

Un estudio de caso tiene la capacidad de distintas posibilidades en la investigación, una de ellas refiere a la diversa gama de técnicas en la recogida y análisis de datos, las cuales pueden ser tanto cuantitativas como cualitativas; esto escrito con fundamento por Álvarez y San Fabián (2012).

En la tesis realizada por García (2016) emplea una metodología cuantitativa preexperimental de diseño de pre test/ pos test con un grupo de enfoque exploratorio; que mejora y enriquece con un complemento de tipo cualitativo. Intentando establecer fuentes de información concretas que permitan la búsqueda de relación entre los niveles de alfabetización científica y la ejecución por parte de los profesores de programas de perfeccionamiento, se selecciona una

metodología cuantitativa, igualmente por la necesidad de trabajar con resultados objetivos. El diseño preexperimental por ser de un solo grupo, y que no requiere control sobre las variables según sus autores de fundamento, es seleccionado debido a que la aplicación del instrumento no alteraría la conducta, realidad o entorno en que se desarrolla el trabajo, buscando así que no se modifique el resultado.

Este autor decide utilizar un complemento cualitativo, ya que este tipo de modelo se orienta a profundizar casos específicos y no a generalizar; otorgándole mayor peso a cualificar y describir el fenómeno social a partir de rasgos determinantes, por sobre la medición; de esta manera García le otorga a su estudio elementos de coherencia argumentativa, a través de un grupo de discusión.

Entonces para lograr los objetivos, el estudio aquí reportado posee un enfoque mixto, ya que emplea una combinación de metodología tanto cuantitativa como cualitativa para la obtención de información. El enfoque mixto ha ido creciendo en fuerza y aplicación dentro de la aplicación en investigaciones de diversos campos, entre los que se encuentran las ciencias sociales; de acuerdo a Pereira (2011), la estrategia desde este enfoque de investigación se denominaría secuencial, ya que no se estarían llevando a cabo ambas metodologías de manera simultánea, sino que una es posterior y en este caso dependiente de la primera. De esta manera en un primer momento se aplicará una metodología cuantitativa, seguida de una cualitativa que dependerá de los resultados obtenidos en la primera; pero donde ambas tienen una igualdad de estatus.

[...] la investigación mixta se fortaleció, al poder incorporar datos como imágenes, narraciones o verbalizaciones de los actores, que de una u otra manera, ofrecían mayor sentido a los datos numéricos. Igualmente afirman que los diseños mixtos permiten la obtención de una mejor evidencia y comprensión de los fenómenos y, por ello, facilitan el fortalecimiento de los conocimientos teóricos y prácticos. (Pereira, p.19)

### **6.3 Técnicas e instrumentos de investigación**

Las técnicas de investigación hacen referencia a las herramientas, recursos y procedimientos en una investigación que tienen la función de lograr un objetivo determinado, para lo cual deben estar en el mismo eje que el paradigma, el método y el instrumento. Para fines de la presente investigación se emplearon las siguientes técnicas de investigación:

#### **6.3.1 Encuesta, a través de un cuestionario como instrumento**

La encuesta es una técnica para obtener información a través de un cuestionario previamente elaborado, y con el cual existe la posibilidad de conocer la opinión o valoración del sujeto sobre un asunto específico; en ésta técnica el informante responde por escrito, el investigador no tiene intervención alguna de colaboración, y la estructura permanece inalterada en el proceso (Ramos, 2016).

En palabras de Alvira (2011) la encuesta se define por estos aspectos: el uso de cuestionarios estructurados como instrumento básico, y el uso de muestras que pretenden representar a la población objeto de estudio. Además este tipo de instrumento, en comparación de otros métodos, tiene la capacidad de capturar bastante información de muchos casos o unidades de análisis, igualmente es útil para describir algo y contrastar hipótesis o modelos. Canales (2006) afirma que:

Un cuestionario es un dispositivo de investigación cuantitativo consistente en un conjunto de preguntas que deben ser aplicadas a un sujeto (usualmente individual) en un orden determinado y frente a las cuales este sujeto puede responder adecuando sus respuestas a un espacio restringido o a una serie de respuestas que el mismo cuestionario ofrece. [...] El objetivo general de un cuestionario es “medir” el grado o la forma en que los sujetos encuestados poseen determinadas variables o conceptos de interés. (p. 67)

El autor también indica que si bien en un cuestionario se manejan preguntas en las que al encuestado solo le queda la tarea de elegir la opción que desea dentro de las que se le presentan, existe la posibilidad de poder anexar

preguntas abiertas o semiabiertas, que permiten al encuestado expresar opiniones sin complejidad.

### **6.3.2 Entrevista, a través de un guion de entrevista semi-estructurada**

La entrevista como técnica se puede referir a aquella conversación profesional mantenida entre investigador/entrevistados para comprender, desde la voz de los sujetos, aquellos aspectos que se desean conocer (Munarriz, 1992). O en otras palabras se puede pensar en la entrevista como la herramienta favorita de excavar para los investigadores sociólogos, con el objeto de indagar conocimientos sobre la vida social (Taylor & Bogdan, 1992).

De acuerdo a los objetivos que se pretenden lograr con la aplicación de este instrumento, la entrevista puede estar o no estructurada a través de un cuestionario elaborado previamente; si en ésta se busca información de las variables de estudio, el entrevistador debe tener claro aspectos como la hipótesis del trabajo, las variables y relaciones que se pretenden demostrar. El éxito en la entrevista depende de diversos factores como lo son: el nivel de comunicación que se alcance con el entrevistado, la preparación del investigador, la estructura de las preguntas, la fidelidad a la hora de la transcripción, la influencia del investigador sobre las respuestas del entrevistado, etc. (Ramos, 2016)

Según Ramos una entrevista estructurada tiene la ventaja de una facilidad al momento de procesar la investigación, sin embargo a través de ella no se puede profundizar en aquellos aspectos que vayan surgiendo en la entrevista; por otra parte la entrevista no estructurada es adaptable y susceptible de aplicarse a una diversidad de sujetos y situaciones, además de que permite profundizar, sin embargo en ésta el tratamiento de la información resulta difícil.

En cuanto a la forma de una entrevista, en la estructurada se tiene una planificación estricta de las preguntas que se pretenden realizar de forma secuenciada y dirigida, y el entrevistador no podrá realizar ningún tipo de comentario; en la no estructurada que Taylor y Bogdan (1992) definen como

entrevista a profundidad son diversos los encuentros con los informantes para llegar a comprender la información pretendida; y por su parte en la entrevista semiestructurada lo que se prepara es un guion temático sobre lo que se desea hablar con el entrevistado, aquí el investigador tiene la libertad de expresar opiniones y puede desviarse si emergen nuevos subtemas que piensa es preciso explorar, incluso pueden surgir nuevas categorías que lleven a nuevas preguntas que sean construidas a partir de respuestas.

Según los autores del párrafo previo, la guía de entrevista no es un protocolo estructurado, ésta más bien es un recordatorio que tiene como finalidad asegurarse de que los temas clave sean explorados, es una lista de áreas generales que deben cubrirse con el informante; incluso el entrevistador elige como enunciar las preguntas y en qué momento plantearlas.

### **6.3.3 Análisis de documentos mediante el análisis de contenido**

De acuerdo a Krippendorf (1990), el análisis de contenido se refiere a la: “técnica de investigación destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a su contexto”; además existen dos elementos a considerar al momento de realizar esta técnica, en primer lugar se encuentra la ausencia de un significado unívoco, y en segundo lugar la falta de coincidencia entre los usuarios sobre los significados. Esto implica a su vez que el procedimiento requiera de una aplicación sistemática de reglas y de procedimientos metódicos.

Dichos elementos permiten deducir que es necesaria una reconstrucción por parte de los usuarios para poder recibir el mensaje, ya que la *persona concreta* que lo ha creado tiene un medio empírico que denomina el autor como *contexto de los datos*. El contenido es algo que cada individuo crea o recrea mentalmente, por lo que la subjetividad estará jugando un rol en la interpretación, influenciada por diversos elementos. (Krippendorf, 1990) (Tinto, 2013)

Tinto (2013) afirma: Del modo más simple y general, se puede decir que el análisis de contenido es fundamentalmente un tipo de

medición de carácter científico aplicado a un mensaje, en el marco de propósitos del ámbito de las ciencias sociales. (p.141)

En el análisis de contenido se pueden resaltar ciertos elementos según Krippendorff en Tinto (2013):

- ❖ En el análisis se puede emplear material no estructurado, partiendo de este tipo de información se procede a codificarla posteriormente mediante unidades de análisis generadas por el propio investigador.
- ❖ Esta técnica no implica intrusión, ya que se obtiene información sin la intervención del investigador, descartando así la des virtualización la naturaleza del fenómeno por la interacción del mismo.
- ❖ Es una técnica sensible al contexto, partiendo de éste para identificar la información.
- ❖ Esta técnica te permite el manejo de una gran cantidad de información.

Estas estrategias permitirán una triangulación de la información con la finalidad de obtener resultados veraces, que puedan tener la oportunidad de reflejar los logros que se están teniendo en materia de ciencias con los alumnos de tercero de secundaria que culminan en esta etapa su educación básica. En Pereira (2011) se afirma que la triangulación puede referirse a aquella corroboración de datos recolectados e interpretados de cierto fenómeno; y que se puede llevar a cabo a través del mismo método o uno diferente. Al mismo tiempo que se podrá visualizar la idea de alfabetización científica con los que cuenta el docente y su aficción para con el proceso de enseñanza de ciencias.

#### **6.4 Procedimiento de la investigación**

Basado en un enfoque constructivista e integrando las técnicas cualitativas y cuantitativas mencionadas, el estudio se ha llevado a cabo en diversos momentos para la aplicación de los diferentes instrumentos, los cuales han tenido lugar en el siguiente orden cronológico: en primer lugar se ha llevado a cabo el análisis del contenido del Programa de Aprendizajes Clave 2017 para hallar o descartar la concordancia de éste con el fomento de la alfabetización científica, en un segundo

momento se ha aplicado el instrumento SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry) tanto a los estudiantes como a los docentes para conocer las nociones de Naturaleza de la Ciencia que poseen éstos, y por último se ha llevado a cabo la aplicación de las entrevistas a los docentes. A continuación en los siguientes puntos se describirán con más detalle cada una de las fases descritas.

#### **6.4.1 Análisis del contenido del Programa de Aprendizajes Clave 2017 de Ciencias para nivel Secundaria**

La aplicación de la técnica de análisis de contenido en una investigación pasa por una serie de fases o etapas, en este caso particular se tiene como primera de ellas la declaración de la siguiente hipótesis: *El Programa de Aprendizajes Clave de Ciencias y Tecnología (2017) del nivel de educación secundaria fomenta que la alfabetización científica pueda ser desarrollada por los estudiantes.*

Posteriormente en una segunda fase se procedió a retomar las categorías de análisis empleadas por el autor Blancas (2017) para realizar el análisis referente al Programa de interés. Las finalidades que el autor detectó de acuerdo a la bibliografía revisada como parte de su investigación, en referencia a la alfabetización científica, y que servirán como categorías de análisis son las siguientes de acuerdo a Acevedo (2004):

- **Propedéutica:** centrada fundamentalmente en la enseñanza de los contenidos que se necesitan para proseguir estudios científicos en los niveles postobligatorios de la educación.
- **Democrática:** con atención especial al ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática, prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología y tomar decisiones razonadas sobre ellas.
- **Funcional:** no se ignoran los contenidos científicos más ortodoxos, pero éstos se subordinan a la adquisición de capacidades más generales que se demandan en el mundo profesional.
- **Seductora:** centrada en los contenidos científicos habituales en medios de comunicación de masas: documentales de televisión,

revistas de divulgación científica, internet, etc. A veces se tiende a mostrar los contenidos más espectaculares y sensacionalistas.

- **Utilitaria:** prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones relacionadas con los denominados transversales, tales como salud e higiene, consumo, nutrición, educación sexual, seguridad en el trabajo, educación vial, etc.
  - **Cultural:** se promueven contenidos globales, más centrados en la cultura de la sociedad en la que viven los alumnos que en las propias disciplinas científicas, pudiendo incluir a otros de los tipos anteriores.
- (p.4-5)

Como tercera fase se establece un tabular donde se lleva a cabo el registro del conteo o frecuencia de prevalencia, de las diferentes categorías de análisis dentro del documento; especificando en cada categoría las oraciones que hacen alusión a ésta en el programa de Aprendizajes Clave de Ciencia y Tecnología, al igual que el apartado en el que fue hallada dicha oración.

En la cuarta fase se presenta el tabular mencionado anteriormente para mostrar los resultados y el análisis surgido de los mismos.

## **6.4.2 Cuestionario SUSSI**

### **6.4.2.1 Introducción**

El cuestionario aplicado como parte de la metodología es el denominado SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry), el cual combina los métodos cuantitativo y cualitativo para brindarle a éste una sensibilidad para detectar influencias culturales. Dicho instrumento surge de la investigación de Liang y otros (2006), la cual logró diseñar y validar un instrumento que evaluara la comprensión de la NOS, y que al mismo tiempo cubriera los vacíos detectados en los ya existentes. Por ello a continuación se hace una descripción del trabajo llevado a cabo por estos autores para el desarrollo del instrumento a utilizar en esta investigación.

En este proyecto, la investigación científica se usa como un término en relación al proceso por el cual se desarrolla el conocimiento científico, mientras que la

naturaleza de la ciencia (NOS) y la indagación científica se refieren a la epistemología de la ciencia, los valores y las creencias inherentes al conocimiento científico y su Desarrollo (Lederman, 1992, 2004)

La comprensión de la NOS se remonta a inicios del siglo XX, como una de las metas de la instrucción en ciencias en Estados Unidos de América; y en los años más recientes en los movimientos de reformas, la investigación científica y la NOS han sido identificadas como elementos clave para el desarrollo de la alfabetización científica en todos los aprendices, tanto a nivel nacional como internacional. (Liang, et. al., 2006)

Se declara que los estudios muestran que ni los docentes ni los estudiantes tienen una idea clara acerca de cómo opera la ciencia, o cómo se desarrolla el conocimiento científico; lo cual se ha convertido en un asunto serio, por lo que la evaluación de los puntos de vista de la naturaleza de la ciencia y la investigación científica sigue siendo un tema de investigación. Es por ello que se detecta la necesidad de un instrumento, válido y significativo, que pueda usarse como una herramienta formativa o evaluativa en estudios de pequeña o gran escala; y esto conlleva al desarrollo del instrumento SUSSI, que pretende crear un espacio de discusión local y global, de temáticas relacionadas al proceso enseñanza-aprendizaje de la NOS e indagación científica.

De la investigación detectan que existen instrumentos tanto cuantitativos como cualitativos que han sido desarrollados para conducir investigaciones relacionadas a la NOS, entre los tradicionales de tipo cuantitativo que tienen una estructura de cuestionario de opciones múltiples o tipo Likert, se encuentran: *The Test on Understanding Science* (Cooley & Klopfer, 1961), *Science Process Inventory* (Welch, 1966), *Nature of Science Scale* (Kimball, 1967), *Nature of Scientific Knowledge Scale* (Rubba, 1977), and *Modified Nature of Scientific Knowledge Scale* (Miechtry, 1992); sin embargo los puntos de vista que contienen de la NOS están simplificados y generalizados. Además se encuentran con la problemática que éstos no detectaban las percepciones e interpretaciones de los encuestados, lo que llevaba a una mala interpretación de la visión de la NOS.

Otro instrumento analizado fue el de Aikenhead y Ryan (1992) llamado *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS), el cual pretende que los estudiantes representen sus puntos de vista de la NOS, pero con la estructura de opción múltiple se dificulta que los encuestados encuentren sus puntos de vista reflejados.

El instrumento que quizás mayor influencia tiene como herramienta para evaluar los puntos de vista de la NOS, es el cuestionario *Views of Nature of Science* (VNOS) desarrollado por Lederman, Abd-El-Khalick, Bell y Shwartz (2002); y el cual tiene múltiples formas con ciertas variaciones, sin embargo todas están conformadas por preguntas abiertas acompañadas de entrevistas de seguimiento. Más en pero este último instrumento es limitante por la presente necesidad de habilidades de escritura que deben poseer los encuestados para poder expresar realmente sus puntos de vista. De esta revisión es que deciden desarrollar el instrumento SUSSI combinando los acercamientos tanto cualitativo como cuantitativo, para evaluar los puntos de vista de los estudiantes acerca de cómo se desarrolla el conocimiento científico.

#### **6.4.2.2 Desarrollo del instrumento**

Metodológicamente el instrumento fue desarrollado a través de un proceso de cuatro fases, la primera de ellas consistió en examinar los documentos de los Estándares Nacionales e Internacionales de Educación (National and International Science Education Standards) y literatura relacionada, con el fin de seleccionar las ideas de NOS e indagación científica para incluir en el instrumento; haciendo así un primer borrador basado en la literatura y los instrumentos existentes, el cual fue aplicado en Estados Unidos y China para el pilotaje.

Durante la segunda fase se realiza una segunda versión modificada de SUSSI (SUSSI-1<sup>o</sup>), basado en el estudio piloto y la revisión por expertos; posteriormente en la tercera fase se aplica la versión de SUSSI-1<sup>o</sup> en Estados Unidos, China y Turquía, y los resultados fueron presentados en la Octava Conferencia Internacional de Enseñanza de la Historia, Filosofía, Sociología y Ciencia (Eight International History, Philosophy, Sociology and Science Teaching Conference). Para finalizar durante la cuarta y última fase, se revisó el instrumento para crear

SUSSI-2º, que es la versión actual SUSSI, que fue nuevamente aplicada a los tres países mencionados para examinar la validez y confiabilidad del instrumento.

#### **6.4.2.3 Elementos de énfasis en SUSSI**

Si bien la naturaleza de la ciencia e indagación científica conlleva una gran variedad de temas, el instrumento en cuestión se enfoca en los siguientes siete elementos esenciales que hacen énfasis en los documentos de estándares nacionales e internacionales de educación en ciencia K-12, y que han sido ampliamente discutidos en literatura:

- **Carácter tentativo del conocimiento científico:** el conocimiento científico es tanto tentativo como durable, el tener confianza en el conocimiento científico es razonable mientras se esté consciente que dicho conocimiento puede ser dejado de un lado o puede modificarse a la luz de nueva evidencia, o puede re conceptualizarse a partir de evidencia previa y conocimiento.
- **Observaciones e inferencias:** la ciencia está basada tanto en observaciones como en inferencias, ambas son guiadas por científicos y perspectivas actuales de la ciencia. Las múltiples perspectivas contribuyen a validar diversas interpretaciones de observaciones.
- **Subjetividad y objetividad en la ciencia:** la ciencia pretende ser objetiva y precisa, pero la subjetividad en ésta es inevitable. El desarrollo de preguntas, investigaciones, e interpretaciones de datos, son influidos hasta cierto punto por el estado actual de conocimiento científico, los factores personales de investigación, y un trasfondo social.
- **Creatividad y racionalidad en la ciencia:** el conocimiento científico es creado desde la imaginación humana y el razonamiento lógico, ésta creación está basada en observaciones e inferencias del mundo natural. Los científicos usan su creatividad e imaginación a través de sus investigaciones científicas.
- **Enraizamiento cultural y social de la ciencia:** la ciencia es parte de las tradiciones culturales y sociales, personas de todas las culturas contribuyen a la ciencia. Como empresa humana, la ciencia es influida

por la sociedad y cultura en la que es practicada; los valores y las expectativas de la cultura determinan qué y cómo se conduce, acepta e interpreta la ciencia.

- **Leyes y teorías científicas:** tanto las teorías, como las leyes científicas están sujetas a cambio. Las leyes científicas describen relaciones generalizadas, observadas o percibidas, de fenómenos naturales bajo condiciones específicas. Las teorías son explicaciones bien sustentadas de algún aspecto del mundo natural, y no se convierten en leyes aun cuando se tiene evidencia adicional: éstas explican las leyes.
- **Métodos científicos:** No hay un método científico singular, universal, que se realice paso por paso y que sigan todos los científicos. Los científicos plantean preguntas de investigación con conocimientos previos, perseverancia, y creatividad. El conocimiento científico es construido y desarrollado en una variedad de formas incluyendo observación, análisis, especulación, investigación bibliográfica y experimentación.

#### ***6.4.2.4 Desarrollo y validación de los ítems del SUSSI***

El instrumento SUSSI fue construido a partir de instrumentos existentes incluyendo el VOSTS (Aikenhead & Ryan, 1992), y el VNOS (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, y Schwartz, 2002). El primer borrador del SUSSI se elaboró en el 2004, combinando las preguntas abiertas y los ítems tipo Likert, el instrumento permite a los estudiantes categorizar cada declaración Likert en una escala de cinco puntos y después explicar sus razones en el apartado abierto. Los elementos Likert originales están consistidos tanto en puntos de vista informados acerca de la NOS e investigación científica, como en las siguientes ideas ingenuas comunes reportadas en estudios empíricos existentes u otras literaturas (McComas, 1998; Aikenhead, & Ryan, 1992; Lederman, Abd-El Khalick, Bell & Shwartz, 2002; Chen, en prensa):

1. Las hipótesis se convierten en teorías, que a su vez se convierten en leyes.

2. Las teorías son ideas sin comprobar, pero las leyes científicas son probadas y certeras.
3. Información nueva está en constante descubrimiento a través de nueva tecnología, y ésta es la única razón que causa cambios en las teorías científicas.
4. Los científicos “descubren” o “encuentran” teorías científicas y/o leyes incrustadas en la naturaleza.
5. Hay un método científico universal de paso a paso que todos los científicos siguen. El método científico asegura resultados válidos y precisos.
6. El propósito de la investigación científica es descubrir verdades o hechos.
7. Los científicos no usan su imaginación y creatividad porque pueden interferir con la objetividad.
8. Los científicos usan su creatividad e imaginación solamente cuando planean experimentos y/o hacen hipótesis. Ellos no usan la creatividad e imaginación después de comenzar sus experimentos.
9. Los científicos harían las mismas observaciones y/o interpretaciones del mismo fenómeno porque los científicos son particularmente objetivos.
10. Los experimentos son las principales rutas para el conocimiento científico.
11. La ciencia es una búsqueda solitaria sin influencia cultural o de la sociedad.
12. La evidencia acumulada cuidadosamente resultaría en conocimiento seguro.

El borrador del SUSSE fue piloteado con 60 educadores de ciencia Chinos que enseñan de los grados 3-16 y 40 maestros Americanos de pre servicio, en el año 2004. Los hallazgos fueron utilizados para modificar y clarificar ciertas declaraciones ambiguas en el estudio, igualmente se revisó en cara y validez del contenido por nueve educadores internacionales en ciencia que estaban relacionados con la enseñanza y/o aprendizaje de investigación relacionada a la NOS.

**La primera versión del SUSSI** (SUSSI – 1<sup>o</sup>) consistió de 10 preguntas acompañadas de un total de 58 ítems tipo Likert, donde cada cuestión estaba dirigida a las ideas objetivo mencionadas anteriormente acerca de la NOS e investigación científica; hubo tres formas equivalentes del SUSSI en Inglés, Chino y Turco. En el año 2005 la primera versión del SUSSI fue aplicada a 60 estudiantes Americanos por graduarse y maestros de pre servicio inscritos en cursos de ciencia, así como a 60 maestros Chinos de física de pre servicio, y a 60 maestros Turcos de ciencia de pre servicio.

Para analizar las respuestas tipo Likert se creó una taxonomía de los puntos de vista acerca de la NOS e investigación científica, basada en la literatura existente, la cual fue posteriormente examinada por revisores tanto externos como internos. Los 58 ítems tipo Likert fueron clasificados en dos grupos, los positivos y los negativos. Las declaraciones marcadas como “+” representan puntos de vista consistentes con los documentos actuales de Reforma Nacional e Internacional de Educación Científica, mientras que los ítems marcados con el signo “-“ representan comprensiones comunes ingenuas de los estudiantes acerca de la NOS inconsistentes con los documentos de referencia.

Para cada uno de los elementos Likert “positivos”, fue asignado un rango numérico del 1 al 5 para las respuestas de los estudiantes (desde “totalmente en desacuerdo = 1” a “totalmente de acuerdo = 5”); las puntuaciones fueron ordenadas al revés para cada elemento Likert “negativo”. Para las respuestas de los estudiantes a las secciones abiertas se construyó una guía de análisis con el fin también de evaluar la consistencia entre éstas y las respuestas de los ítems Likert; fueron clasificadas como “Consistentes” © o “Inconsistentes” (NC), y se le asignó el código “NA” a las respuestas de los estudiantes que no contenían ninguna relación con el ítem Likert. Los elementos que fueron identificados como “NA” en la primera versión fueron modificados y/o removidos, adicionalmente la estructura general y ciertos ítems del SUSSI original fueron revisados para mejorar la claridad y legibilidad.

**La versión actual del SUSSI** (2<sup>a</sup> versión) se enfoca en seis temas: Observaciones e Inferencias, Carácter tentativo de las teorías científicas, Leyes y

teorías científicas, Influencia cultural y social en la ciencia, Imaginación y creatividad en investigaciones científicas, y Metodología en investigaciones científicas. Cada tema consistió en 4 ítems tipo Likert que representan tanto las ideas ingenuas como los puntos de vista informados consistentes con los documentos estándar y la literatura actual de la NOS; y seis preguntas abiertas fueron adicionadas dentro de los respectivos temas.

Durante la fase de análisis de datos se utilizó la taxonomía similar a la anterior, ésta es mostrada en el Anexo 2 para la clasificación de los 24 ítems tipo Likert, y una nueva guía de puntuación para las respuestas a las preguntas abiertas de cada uno de los 6 temas (Tabla 19). Las respuestas de los estudiantes en al menos 5 encuestas completadas fueron primeramente codificadas por uno o dos miembros del grupo de investigación, y fue logrado un promedio de nivel de confiabilidad de >80%. La codificación del resto de las respuestas dentro de la muestra de cada país fue completada por uno o dos investigadores miembros del equipo usando la rúbrica común.

#### ***6.4.2.5 Confiabilidad y validez de SUSSI***

Una alta **confiabilidad y validez** son indicadores importantes en cualquier instrumento cuantitativo de alta calidad, sin embargo debido a los componentes empíricos involucrados en el desarrollo de SUSSI, los conceptos convencionales de confiabilidad y validez no lograban aplicar bien (Aikenhead & Ryan, 1992; Rubba, Bradford, & Harkness, 1996). Un instrumento basado empíricamente se desarrolla a partir de una perspectiva cualitativa, que se enfoca más en la confiabilidad y autenticidad de los datos (Erlandson, Harris, Skippper, & Allen, 1993) que en la consistencia entre los constructos y las medidas.

En el estudio fueron utilizados distintos métodos para validar la examinación, en primer lugar la validez de la cara y del contenido fue evaluada por un panel de 9 expertos (siete educadores de ciencia y dos científicos) que estuviesen enseñando NOS y/o adquiriendo conocimiento acerca de la NOS relacionada a la investigación; los comentarios y sugerencias para la mejora fueron utilizados para modificar los ítems.

La confiabilidad y validez del SUSSI fueron logradas tras modificar los ítems existentes planteados desde estudios empíricos y literatura, y tras analizar los datos desde múltiples fuentes (respuestas seleccionadas por los estudiantes a los ítems Likert, respuestas construidas por los estudiantes a las preguntas abiertas, y entrevistas de seguimiento).

**Tabla 5**  
*Guía muestra de puntajes para la evaluación de las respuestas construidas en SUSSI*

<b>No clasificable</b>	<b>Visión ingenua</b>	<b>Visión informada</b>
<p>No hay respuesta; ellos declaran que no saben; la respuesta no se refiere al punto; <b>o</b> la respuesta no puede ser clasificada en base a las descripciones de la rúbrica.</p>	<p>Las observaciones <b>y/o</b> interpretaciones de los científicos son las mismas sin importar lo que los científicos observan o interpretan porque los científicos son objetivos o porque las observaciones son hechos.</p> <p>La respuesta incluye contradicciones de suposiciones básicas concernientes a la naturaleza de la ciencia o que auto-contradicen las declaraciones.</p>	<p>Las observaciones <b>y/o</b> interpretaciones de los científicos pueden ser diferentes por su conocimiento previo, las perspectivas o creencias personales.</p> <p>Las observaciones <b>y/o</b> interpretaciones pueden ser diferentes pero no dan razón o ninguna razón relacionada.</p>

Fuente: Elaboración propia

Se sostiene que SUSSI sobrepasa los instrumentos existentes de la NOS en distintos aspectos, primeramente la eficacia del mismo es relativamente alta debido a que provee múltiples maneras en que los investigadores pueden

examinar la confiabilidad y la autenticidad de los datos. SUSSI puede ser empleado como una herramienta de evaluación diagnóstica o de formación, para mejorar la enseñanza de los estudiantes informando a sus educadores acerca de los pensamientos y el razonamiento de sus estudiantes, y guiándolos para tomar decisiones.

En segundo lugar, SUSSI puede ser empleado igualmente como una herramienta de evaluación sumativa para medir la comprensión que tienen los estudiantes acerca de temas relacionados a la NOS; del mismo modo el rasgo cuantitativo del instrumento permite el uso de estadística inferencial con el fin de determinar en cierto momento los efectos de cualquier intervención instruccional en estudios de pequeña o gran escala. La estructura de respuesta dual en el SUSSI permite a los maestros y/o investigadores asesorar de mejor manera a los estudiantes para su comprensión acerca de contenido relacionado a la NOS sin entrevistarlos.

Y en tercer lugar, la mayoría de los estudiantes pueden completar el instrumento en un tiempo de aproximadamente 30 minutos. La presencia de declaraciones Likert asociadas con réplicas escritas ayuda a los estudiantes a construir respuestas más enfocadas, relacionadas a los aspectos objetivos del SUSSI. Finalmente este instrumento resulta más adecuado para conducir estudios comparados transculturales, esto debido a que ha sido probado en tres culturas diferentes: Occidente (Estados Unidos de América), Este (China), y una mezcla de Este y Oeste (Turquía); además que la combinación de métodos cuantitativo y cualitativo realza la sensibilidad del instrumento para detectar las influencias culturales.

Así mediante esta descripción se puede observar que el instrumento a utilizar tiene las bases requeridas para ser aplicado en el contexto particular sin requerir adecuaciones, la confiabilidad y validez del mismo brindan una apertura que permite su aplicación inmediata tras únicamente haberlo traducido al idioma español. Cabe mencionar que en este idioma y en el contexto Mexicano, SUSSI ha sido empleado anteriormente por Guevara (2014) en su estudio sobre el conocimiento de la NOS que poseen los profesores de escuelas secundarias del

Distrito Federal y sus manifestaciones en la enseñanza de las ciencias; y el cual puede ser consultado en el estado del conocimiento del presente manuscrito.

### 6.4.3 Entrevista semi-estructurada

En el eje relacionado con las estrategias de enseñanza aprendizaje que emplean los docentes, se realizó una entrevista que permitió a estos expresar libremente sus opiniones referidas a sus apreciaciones del currículo y sus constantes actualizaciones, de sus prácticas y metodologías empleadas para cumplir con los planes de estudio del área de ciencias. Así mismo el tipo de entrevista semi-estructurada se empleó para profundizar y clarificar ciertos aspectos, observados y recolectados a través del cuestionario SUSSI; como indagar en la importancia que otorgan estos docentes al área de enseñanza de las ciencias. Los elementos que contiene la guía de entrevista se encuentran clasificados en tres áreas, presentadas a continuación y donde se describe la relación con la temática principal del objetivo de ésta investigación, es decir con la alfabetización científica.

- **Importancia de la ciencia:** esta área tiene como objeto detectar la importancia que el docente detecta de la ciencia en el mundo actual, y se relaciona estrechamente con la *naturaleza de la ciencia* (uno de los dos elementos conformantes de la *alfabetización científica*); esto debido a que se abordan en esta área cuestiones acerca de la relación entre la sociedad y el mundo científico, que involucra la cultura científica, el impacto de la ciencia para todos los individuos y el mundo, y la función de la ciencia.
- **Estrategias de enseñanza y aprendizaje:** este apartado pretende detectar las técnicas y estrategias de enseñanza que emplea el profesor para impartir su clase, indagando que tipo de prácticas de campo o experimentales usa para reforzar los conocimientos teóricos; igualmente si todas éstas forman parte del Programa de Ciencias de la SEP o si son producto de sus iniciativas. Por esto ésta área representa cuestiones del primer elemento de la *alfabetización científica*, es decir del **conocimiento de teorías y conceptos de ciencia y tecnología**.

- **Opiniones acerca de los Programas de la SEP:** por último, ésta área tiene el primordial propósito de permitir que el profesor hable de sus inquietudes y opinión acerca del Programa de Ciencias, con objeto de crear, entre éste y el entrevistador, un ambiente de confianza sin presiones.

El guion empleado para aplicar la entrevista es presentado en el cuadro siguiente.

**Tabla 6**  
*Guion de entrevista semi-estructurada*

<b>Temática</b>	<b>Preguntas sugeridas</b>	<b>Preguntas resultantes</b>
<b>-Importancia de la ciencia</b>	1. ¿Qué importancia le da usted a la enseñanza de las ciencias? 2. ¿Qué importancia le da usted a impulsar en los estudiantes un interés por el mundo científico? <b>Objetivo:</b> →Detectar la importancia que el docente le otorga a la ciencia en el mundo actual	<i>Espacio destinado a preguntas que surjan en el transcurso de la entrevista</i>
<b>-Estrategias de enseñanza y aprendizaje</b>	1. ¿Qué técnicas o estrategias emplea usted para impartir sus clases de ciencia? 2. ¿Qué técnicas o estrategias prácticas emplea usted para ayudar a comprender y reforzar en los estudiantes los conocimientos de leyes y teorías de la clase de ciencia? <b>Objetivos:</b> →Incentivar a que el docente platique acerca de las técnicas y estrategias que emplea para impartir sus clases de ciencia	<i>Espacio destinado a preguntas que surjan en el transcurso de la entrevista</i>

→Indagar en estrategias y prácticas de campo que emplea para reforzar la enseñanza de leyes y teorías

→Percibir si las estrategias que emplea son parte del programa o son producto de iniciativas propias del docente

**-Opiniones acerca de los programas de Ciencia de la SEP**

1. ¿Qué le parece a usted o que opina acerca del actual programa de aprendizajes clave en el área de ciencia y tecnología?

*Espacio destinado a preguntas que surjan en el transcurso de la entrevista*

**Objetivo:**

→Permitir que el docente exprese su opinión acerca del presente programa empleado para las clases de ciencias

---

Fuente: Elaboración propia

## **VII. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

### **7.1 Introducción**

En este apartado se presentan los resultados y su análisis, como hallazgos de acuerdo a las categorías de análisis creadas para cada uno de los instrumentos que conformaron la investigación. De esta manera los datos se despliegan en el orden en que los instrumentos fueron aplicados, y para cada instrumento se definen las categorías creadas, de una manera sistematizada se interpreta la información en base y con apoyo en los elementos teóricos y conceptuales que fundamentan el estudio.

Así esta información obtenida permite producir conocimiento centrado en los aspectos relacionados a la alfabetización científica en la población estudiada, es decir desde la manera en que se emplea el programa de ciencias y lo que contiene éste relacionado a la temática, así como también el desempeño de estudiantes y profesores en la prueba de la dimensión *Naturaleza de la Ciencia*, y otros aspectos de la ciencia desde la perspectiva de los profesores.

Además al final de lo ya mencionado, de manera narrativa se presentan aquellos hallazgos que resultaron relevantes para la presente investigación, como los resultados de la observación llevada a cabo durante la aplicación de los instrumentos; que sirven como apoyo para llevar a cabo un correcto análisis de los resultados.

### **7.2 Resultados del análisis de contenido del Programa de Ciencias Naturales y Tecnología 2017**

Como categorías que conforman este instrumento se tiene a las finalidades de la alfabetización científica, que se han descrito anteriormente en apartados previos, y las cuales fueron de acuerdo a Acevedo (2004): propedéutica, democrática, funcional, seductora, utilitaria, y cultural. Estas categorías fueron detectadas por frecuencia de prevalencia de oraciones relacionadas a las finalidades mencionadas, dentro del Programa de Ciencias Naturales y Tecnología, que forma parte del Programa de Aprendizajes Clave (2017) del nivel de secundaria.

De esta manera se creó la Tabla 20 que permitió realizar el análisis pretendido, el cual se muestra completo en el Anexo 3 donde FP representa la frecuencia de prevalencia con la cual se encontraron expresiones referidas a la misma categoría, y las cuales se encuentran citadas tal cual fueron halladas en el programa mencionado, por lo que se menciona la página de cada una de ellas. A manera de resumen en este apartado se presenta la tabla 7 que contiene únicamente las categorías como finalidades de la alfabetización científica, y la FP de las expresiones. Posterior a éste se encuentra descrito el análisis por categoría.

**Tabla 7**

*Frecuencia de prevalencia de expresiones en el Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017)*

<b>Finalidades de la AC</b>	<b>FP</b>
<b>Propedéutica:</b> para proseguir estudios científicos	<b>19</b>
<b>Democrática:</b> para tomar decisiones en asuntos públicos tecno-científicos	<b>4</b>
<b>Funcional:</b> para prepararse para el mundo profesional	<b>12</b>
<b>Seductora:</b> para despertar la curiosidad por la ciencia	<b>5</b>
<b>Utilitaria:</b> para tomar decisiones en la vida diaria	<b>19</b>
<b>Cultural:</b> para entender la ciencia como cultura	<b>20</b>

Fuente: Elaboración propia

### **7.2.1 Finalidad propedéutica**

La **primera categoría** definida como **propedéutica**, pretende que los estudiantes *prosigan con estudios de corte científico* mediante la enseñanza de contenidos que fungirán como base para los niveles que prosiguen (Acevedo, 2004); esta última parte en relación al conocimiento que deben adquirir, desde la teoría del cambio conceptual de Strike y Posner (Moreira & Greca, 2003) se indica que el *conocimiento previo* es un factor de suma importancia para el aprendizaje de teorías científicas, así podrá haber una interacción del conocimiento previo y el nuevo en un proceso para generar nuevo conocimiento, por su parte el Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017) alienta a que los alumnos alcancen a demostrar *comprensión de las ideas centrales* de las ciencias naturales.

Esto mediante el uso de modelos, del análisis e interpretación de datos experimentales, del diseño de soluciones a determinadas situaciones problemáticas, y de la obtención, evaluación y comunicación de información científica. Lo que conforma parte de las metodologías y enfoque del constructivismo, como enseñanza de estrategias cognitivas, enseñanza cognitivamente guiada, enseñanza apoyada, enseñanza basada en alfabetización, descubrimiento dirigido y otras (Chadwick, 1999); Soler (2006) por su parte menciona que el constructivismo está centrado en la creación y modificación activa de pensamientos, ideas y modelos acerca de los fenómenos.

En la enseñanza de las ciencias, de acuerdo a la teoría de aprendizaje por descubrimiento de J. Bruner consultado en Balim (2009), es comprensible encontrar que tanto los fenómenos naturales como la naturaleza de la ciencia, requieren indagación y descubrimiento; y otras expresiones del Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017) perteneciente a esta categoría, mencionan el desarrollo de estrategias de indagación para comprender procesos científicos, fortalecer habilidades que formulen preguntas e hipótesis y llevar a cabo actividades experimentales para someterlas a prueba, habilidades que mediante investigación permitan describir, explicar y predecir fenómenos del entorno, entre otras. Lo que demuestra una clara relación entre el contenido de las expresiones, y el apartado teórico.

El programa también refiere a expresiones que hacen alusión a la exploración de estructuras desde distintos niveles para establecer conexiones entre sistemas y procesos, que llevará también a la formación científica básica que favorece la comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica, sin olvidar las implicaciones tecnológicas y medioambientales, y el beneficio para la expresión del pensamiento estudiantil. Y desde la epistemología genética de Piaget, esto se relaciona con el hecho de que Piaget considera a estos estudiantes como pensadores formales capaces de disociar ideas o conceptos generales de los contextos en que fueron aprendidos, de manipular dichos conceptos para integrarlos en universalizaciones generales o llevando éstas a sus

principios básicos, siendo el pensamiento formal de naturaleza hipotética-deductiva, que subyace al dominio de conceptos científicos (Towne, 2009).

De esta manera se observa que para esta categoría como una finalidad de la alfabetización científica, que conlleva preparar a futuros estudiantes de carreras científicas, la complejidad de ello sólo puede ser abordada desde diversas teorías constructivistas que arrojan diversos aportes para su comprensión, así mismo se encuentra en este contenido las coincidencias conceptuales.

### **7.2.2 Finalidad democrática**

La **segunda categoría** denominada **democrática**, es la que pretende formar con el fin de ser capaces de la toma de decisiones en asuntos públicos relacionados a la ciencia, por el hecho de poder ejercer en una sociedad democrática, y estar preparados así para cuestiones de ciencia y tecnología donde se tienen que tomar decisiones razonadas (Acevedo, 2004). Este apartado en cuanto a lo hallado en el Programa de Ciencia y Tecnología (2017), se encuentra muy relacionado con declaraciones de la teoría de J. Bruner de aprendizaje por descubrimiento.

El programa afirma que pretende coadyuvar en formar una ciudadanía que participe democráticamente, con fundamentos y argumentos, en toma de decisiones acerca de asuntos tecno-científicos; para lo que igualmente deben ser capaces de integrar aprendizajes para explicar fenómenos y procesos naturales aplicados en situaciones diversas, y que implica también saber posicionarse sobre los dilemas éticos que de esto surjan.

Por su parte Bruner llama el discurso de las ciencias, que es la modalidad de construcción de conocimiento y representación de la realidad del pensamiento lógico-científico, lo que lleva a una explicación causal de los objetos y eventos del mundo; de esta manera el aprendizaje por descubrimiento e indagación induce a los estudiantes a tomar sucesos de la vida diaria, con los cuales formularán hipótesis, y las probarán como científicos al tiempo que aumenta su nivel de habilidades cognitivas (Balim, 2009).

Así está relacionada la preparación científica básica que un individuo debe adquirir mediante la ayuda de diversas estrategias de enseñanza, como las sugeridas por la teoría mencionada, para tener la capacidad de actuar en la toma de decisiones que se presentan en la vida diaria, respecto a temáticas de ciencia y tecnología que afecten la vida misma.

### 7.2.3 Finalidad funcional

La **tercera categoría** es la **funcional**, ésta pretende que el individuo esté preparado para el mundo profesional, ya que mediante el contenido científico se pueden adquirir capacidades más generales que son demandadas en el mundo profesional (Acevedo, 2004). A ello el Programa de Ciencias y Tecnología (2017) hace énfasis mediante expresiones que sugieren entre otras, el desarrollo de habilidades argumentativas, de pensamiento crítico y creativo, así como la adquisición de habilidades para indagar y autorregular aprendizajes, fortaleciendo la autonomía estudiantil, capacidades para trabajar en equipo, destreza para uso de materiales y herramientas científicas y tecnológicas, propiciar saberes funcionales para la vida y suponer bases para nuevos aprendizajes, uso extenso y versátil del discurso oral, escrito y gráfico, y fortalecer procesos y actitudes en solución de problemas.

Referente a la capacidad de trabajo en equipo, se puede hacer alusión al constructivismo desde Bodner citado en Towne (2009) quien indica que el conocimiento es producto de la interacción social y cultural, donde los procesos psicológicos se adquieren primero en un contexto social para luego internalizarse. De esta manera al estar frente a un trabajo que requiere colaboración, se detectan contribuciones de otros que apoyarán o refutarán la idea del individuo, y que con la capacidad adecuada, esto permitiría un análisis y una construcción de conocimiento para el mismo; lo que al mismo tiempo se relaciona con la capacidad para autorregular aprendizajes.

Desde la epistemología genética de Piaget, el pensamiento adolescente alcanza un grado mayor de equilibrio, volviéndose más flexible y efectivo, lo que les permite lidiar con problemas de razonamiento complejo (Towne, 2009); esto se

refleja en las expresiones del programa acerca de habilidades argumentativas, de pensamiento crítico y creativo.

Por otra parte respecto a la habilidad del uso versátil del discurso oral, escrito y gráfico, que menciona el programa; desde la teoría del cambio conceptual se menciona la base de los modelos constructivistas que refieren a discusiones e interacciones entre el estudiante, el instructor, y el ambiente, para fomentar la participación desde un ambiente de aprendizaje cooperativo que anima al aprendiz como un participante activo (Lynn, 2016).

Además de esto se tiene la información desde el socioconstructivismo de Vygotsky, que indica que el aprendizaje es mediado por el uso de herramientas prácticas o la manipulación de objetos, lo que tiene influencia sobre el individuo y los otros; herramientas que pueden ser físicas o simbólicas como parte de la zona de desarrollo próximo. Lo cual se visualiza en la expresión del Programa que indica el incremento de la destreza en el uso de materiales y herramientas tecnológicas, lo que influye en el desarrollo del resto de habilidades y capacidades mencionadas en la categoría.

#### **7.2.4 Finalidad seductora**

La **cuarta categoría** es llamada **seductora**, por tener la finalidad de despertar la curiosidad de la ciencia con tendencia a mostrar contenidos espectaculares y sensacionalistas para lograr el propósito (Acevedo, 2004). Por su parte, respecto a ello el Programa de Ciencias y Tecnología (2017) indica en su contenido el objetivo de mantener y ampliar el interés por el conocimiento de la naturaleza, encontrar las cauces para sus inquietudes e intereses, estimular la creatividad en el diseño y construcción de objetos, estimular el trabajo experimental, el uso de las TIC y diversos recursos del entorno, entre otros.

Desde una perspectiva constructivista, se puede recurrir a Soler (2006) quien menciona que el proceso de aprendizaje está influido por el contexto sociocultural del sujeto epistémico, que debe poner en práctica una actividad creativa e interpretativa para darle significado personal al conocimiento. Así al mismo tiempo de estar llevando a cabo una actividad creativa se puede despertar el interés del

individuo, y más fácilmente éste otorga de esta manera un significado al aprendizaje obtenido. Lo que lleva a relacionarlo con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y el aprendizaje por descubrimiento de Bruner.

En el aprendizaje por descubrimiento propuesto por Bruner, cuando el estudiante construye su conocimiento desde el uso autónomo de su creatividad e inferencias, esto puede llevarlo a un interés por las ciencias (Camargo & Hederich, 2010); y desde Ausubel este tipo de actividades permiten que el contenido adquiera un significado para el individuo, garantizando de esta manera una retención, adquisición y asimilación del mismo.

### **7.2.5 Finalidad utilitaria**

La quinta categoría es la utilitaria, la cual desde Acevedo (2004) pretende formar para que se adquieran capacidades para toma de decisiones en la vida diaria, es decir en la vida real en la cual estamos sometidos a situaciones diversas como salud e higiene, nutrición, educación sexual, etc. Así el programa de Ciencias y Tecnología (2017) refiere a ello en numerosas expresiones que van desde incentivar la promoción de la salud y el cuidado del medio ambiente, integrar los aprendizajes para aplicarlos en situaciones y problemas del entorno natural y social, la adopción de estilos de vida y consumo sustentables, el uso de fuentes renovables de energía y el desarrollo tecnológico, hasta propiciar un tratamiento articulado de las disciplinas científicas y la tecnología en contextos cotidianos y sociales, entre otras.

Desde un individuo que vive situaciones en el mundo real, el constructivismo ofrece un enfoque desde el cual este individuo otorga significado desde la experiencia. Lo que lleva a la persona a construir su propio conocimiento desde esta experiencia y la información que recibe; por lo que deben existir interacciones entre sus disposiciones internas y su contexto exterior (Soler, 2006).

De esta manera el individuo está influido por las experiencias de su contexto, y es este mismo contexto y las situaciones diversas que se presentan en él como la vida diaria, la que va otorgando nueva información que se debe canalizar para

convertir en conocimiento; el cual afectará a las acciones que se tomen en situaciones futuras de diversa índole.

### **7.2.6 Finalidad cultural**

La **sexta** y última **categoría** es la **cultural**, en la cual se debe comprender la ciencia como parte de la cultura de la sociedad en la cual se vive, promoviendo contenidos globales (Acevedo, 2004). Respecto a este aspecto, según el Programa de Ciencias y Tecnología (2017), entre otras expresiones se debe concebir a la ciencia y tecnología como procesos colectivos, los cuales tienen influencia en el medioambiente y la sociedad, y por lo cual se deben desarrollar actitudes y valores hacia la ciencia y tecnología para reconocerlos como parte de avance de la sociedad; sin olvidar reflexionar acerca de los beneficios que se pueden obtener, sus impactos sociales y medioambientales.

A este respecto, desde una perspectiva Vygotskiana del constructivismo, lo que se construye es una actividad influida por los distintos significados culturales, es decir artefactos culturales (Serrano & Pons, 2011); lo que es resultado de la importancia de la influencia contextual en ese enfoque. Se puede detectar que el conocimiento que se pretende adquieran los estudiantes acerca de la ciencia, está en total conexión con la cultura global tecno-científica que se vive hoy en día; por lo que sería imposible separar este aspecto cultural del conocimiento científico, cuando se encuentran en estrecha relación, influyendo uno en el otro.

## **7.3 Resultados cuestionario SUSSI**

### **7.3.1 Introducción**

El cuestionario cuenta con seis dimensiones: observaciones e inferencias, carácter tentativo de las teorías científicas, leyes científicas y teorías científicas, influencia social y cultural en la ciencia, imaginación y creatividad en investigaciones científicas, y metodología en investigaciones científicas. Estas fueron descritas previamente en el capítulo X, en cada una de las dimensiones el cuestionario presenta dos áreas, una de ellas es la compuesta por cuatro reactivos tipo Likert, y la otra es la pregunta abierta.

Se presenta a continuación en este apartado, en primer momento los resultados de la prueba piloto, seguida por los resultados del cuestionario, donde por la naturaleza distinta de las áreas, se presenta primero los resultados obtenidos del área correspondiente a los reactivos Likert, y posteriormente se muestran los resultados del área de preguntas abiertas. Igualmente en cada área se hace la separación de los resultados obtenidos por parte de los estudiantes, y aquellos correspondientes a los profesores. Al final del apartado correspondiente al cuestionario S USSI, se lleva a cabo un análisis que emplea la triangulación teórico-metodológica, para una visión más profunda y general del instrumento aquí mencionado.

### **7.3.2 Prueba piloto**

Para la aplicación de la prueba piloto del cuestionario S USSI, se seleccionó a 4 estudiantes de la escuela 2 del turno vespertino, para evitar que pudieran estar en contacto con aquellos a quienes se aplicaría el cuestionario del turno matutino, los resultados obtenidos del pilotaje fueron los siguientes:

- El cuestionario es comprensible y no generó ninguna duda en los estudiantes en cuanto a los ítems.
- El tiempo en que fue respondido el cuestionario correspondió al estimado aproximado de 30 minutos.
- Los estudiantes dieron su opinión al respecto comentando que era un cuestionario sencillo de responder en cuanto a la forma, sin embargo respecto al contenido comentaron: *“es un poco más complicado responder la pregunta abierta, hay que pensar más... te hace dudar pero está bien”*.

### **7.3.3 Área 1 - reactivos Likert**

#### **7.3.3.1 Técnica de medición**

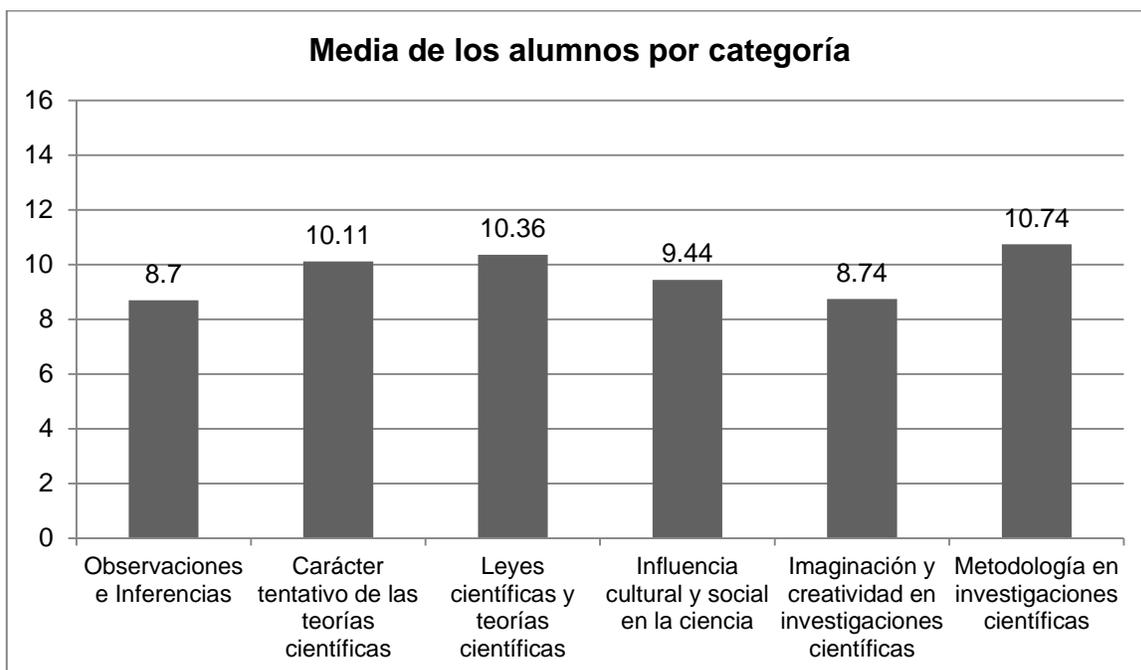
La medición correspondiente a los reactivos tipo Likert consistió en asignar un número a cada una de las posibles respuestas, que fueron desde 0 para el extremo incorrecto hasta 4 para el extremo correcto, incluyendo el valor de 2 para la posición de indiferente; esto debido a que para cada declaración como reactivo, la respuesta correcta podía ser en ocasiones “totalmente de acuerdo”, y en otras

“totalmente en desacuerdo”. El nivel de comprensión de la NOS se construye con el promedio de respuestas a cada categoría, así una puntuación igual o menor a 2 es considerada como “ingenua” o “mal informada”, una puntuación mayor a 3 se considera concepción “informada”, y una entre 2 y 3 se considera como concepción “en transición”.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos en los cuestionarios de esta área, fueron sometidos al programa estadístico para análisis llamado SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), el cual arrojó datos que permitieron crear las tablas, y por ende las figuras, el programa facilitó el filtro de los resultados por género y por escuela, para poder llevar a cabo comparaciones; así como también fue posible obtener los valores para el alfa de cronbach, desviación estándar, correlaciones, y significancia mediante la prueba T. Todo esto descrito a continuación.

#### **7.3.3.2 Resultados generales de estudiantes**

La figura 4 muestra la gráfica de la media total obtenida en cada una de las dimensiones por parte del conjunto de estudiantes de ambas escuelas, donde debe mencionarse que el máximo para cada dimensión era de 16 puntos. Y donde la media general total de las seis dimensiones es de 57.16, siendo el máximo a obtener de 96 puntos.



**Figura 4.** Media total de los alumnos en cada dimensión. Fuente: Elaboración propia

Se observa en la figura previa que para ninguna de las dimensiones el promedio supera un valor de 12 puntos, lo que indica que en general la concepción que tienen los estudiantes acerca de la NOS no es informada. La concepción para todas las dimensiones se encuentra en transición, ya que en promedio están en un puntaje entre 9 y 10. Y en particular cada una de ellas se encuentra entre el 8 y el 12 que representan los valores como límites inferior y superior para una concepción en transición.

A continuación se muestra en la Tabla 8 la mediana de cada uno de los cuatro ítems que forman parte de cada una de las seis dimensiones, donde se han tomado en cuenta al total de estudiantes de ambas escuelas. Cabe recordar que el máximo puntaje por ítem fue de 4.

**Tabla 8**  
*Mediana por ítem para cada categoría*

<b>Categoría / Ítem</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Observaciones e Inferencias	2	1	2	3
Carácter tentativo de las teorías científicas	3	3	3	2
Leyes científicas y teorías científicas	3	2	3	3
Influencia cultural y social en la ciencia	2	2	2	3
Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	3	3	2	2
Metodología en investigaciones científicas	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

Los valores en la tabla muestran que las concepciones de los estudiantes se encuentran entre una concepción en transición, ya que los valores son en su mayoría 2 o 3. Igualmente se observa que únicamente para uno de los ítems de la categoría de observaciones e inferencias, la mediana indica una noción “ingenua” con el valor de 1.

Conforme a los datos obtenidos, se puede declarar que en general el total de los estudiantes de ambas escuelas manejan nociones de la naturaleza de la ciencia que no son ingenuas, pero tampoco informadas; sino que se encuentran en un proceso de transición, es decir esto indica que los estudiantes están transformando sus concepciones acerca del mundo científico hacia una visión que es más acertada a la realidad de la ciencia. Esto sin aún poseer aún en ninguna área una noción informada, pero que si algunos de ellos tienen nociones ingenuas en áreas como la referente a *Observaciones e inferencias*.

### **7.3.3.3 Resultados de estudiantes por género**

A continuación se muestran los resultados obtenidos, expuestos a un filtro de género; por lo que se presentan los valores de la media para cada uno de los dos géneros de cada una de las seis dimensiones en la Tabla 9, sobre un máximo de 16 puntos; y el total general de SUSSI donde el máximo por obtener era de 96 puntos.

**Tabla 9**  
*Media por género en cada categoría*

<b>Dimensión</b>	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>
Observaciones e Inferencias	8.7	8.7
Carácter tentativo de las teorías científicas	10.2	10.1
Leyes científicas y teorías científicas	10.5	10.2
Influencia social y cultural en la ciencia	9.6	9.3
Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	8.9	8.6
Metodología en investigaciones científicas	10.8	10.7
<b>Total general</b>	<b>57.55</b>	<b>56.73</b>

Fuente: Elaboración propia

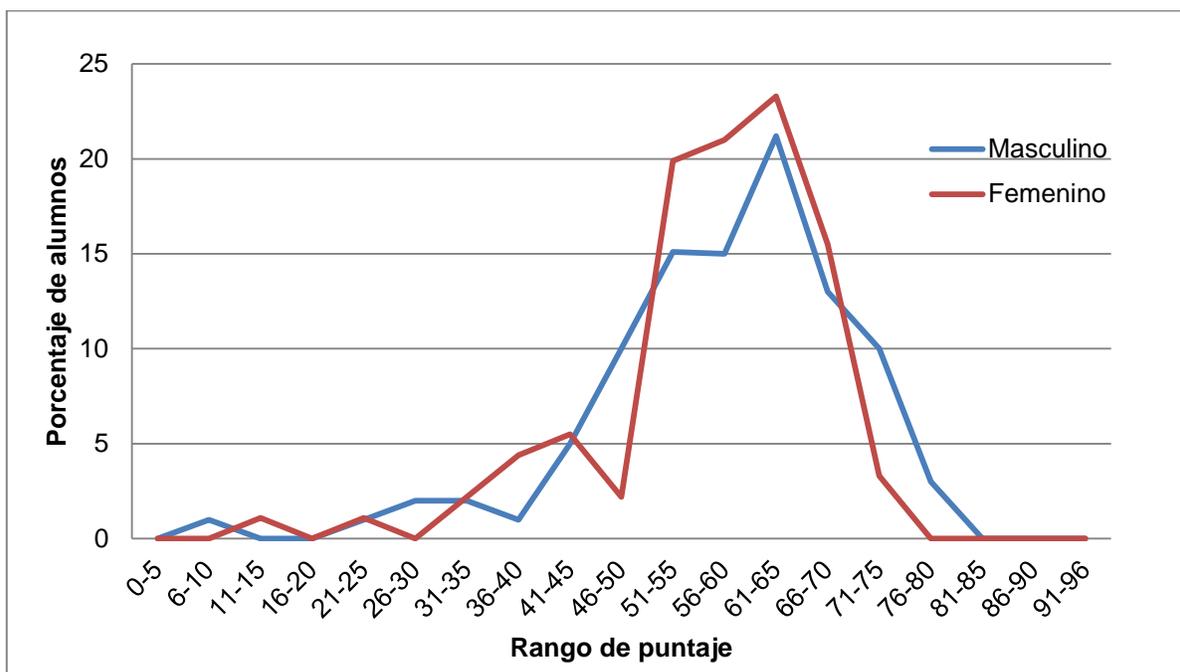
Para el total general la diferencia entre los hombres sobre las mujeres es menor a un punto, siendo apenas de 82 décimas; en particular para cada una de las dimensiones, en la primera de ellas el resultado fue el mismo, y para el resto la diferencia oscila entre una décima hasta un máximo de tres décimas. Así que tanto en cada una de las dimensiones, como en el resultado general se observa que los resultados obtenidos para cada uno de los géneros son similares, es decir que no hay una diferencia significativa al nivel 0.05 que indique que uno de éstos sea un factor que impacte en la posibilidad de poder obtener mejores puntajes.

Para visualizar de manera más detallada los resultados generales obtenidos por género se presenta la Tabla 10, donde se observa el porcentaje de cada género que obtuvo puntajes dentro de cada rango generado, y posterior a tabular se encuentra el correspondiente gráfico en la Figura 5, para los mismos datos. Igualmente si se desea tener una visión más precisa, en el Anexo 4 se encuentran las Tablas 21 y 22 donde se encuentran la frecuencia de los puntajes obtenidos para cada una de las dimensiones del cuestionario, y la frecuencia de los resultados generales en extenso sin los rangos.

**Tabla 10**  
*Rango y porcentaje de puntajes generales de SUSSI por género*

Rango de puntaje	Porcentaje		Rango de puntaje	Porcentaje	
	Masculino	Femenino		Masculino	Femenino
<b>0-5</b>	0	0	<b>51-55</b>	15.1	19.9
<b>6-10</b>	1	0	<b>56-60</b>	15	21
<b>11-15</b>	0	1.1	<b>61-65</b>	21.2	23.3
<b>16-20</b>	0	0	<b>66-70</b>	13	15.5
<b>21-25</b>	1	1.1	<b>71-75</b>	10	3.3
<b>26-30</b>	2	0	<b>76-80</b>	3	0
<b>31-35</b>	2	2.2	<b>81-85</b>	0	0
<b>36-40</b>	1	4.4	<b>86-90</b>	0	0
<b>41-45</b>	5	5.5	<b>91-96</b>	0	0
<b>46-50</b>	10	2.2	<b>Total</b>	100%	100%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 5.** Porcentaje de alumnos de cada género por rango de puntaje. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 y en la figura previa (5), se detecta que el mayor porcentaje se encuentra en el rango de puntaje de 61 a 65 puntos, para ambos géneros; y recordando que el máximo era de 96 puntos, para total de 24 reactivos, esto quiere decir que el mayor porcentaje de estudiantes obtuvo respuestas que oscilaron entre 2.5 y 2.7 puntos. Es decir nuevamente se corrobora la concepción en transición acerca de la naturaleza de la ciencia para ambos géneros, sin una diferencia significativa al nivel 0.05 entre ellos.

Igualmente puede observarse que no se tienen estudiantes de ningún género que hayan obtenido resultados inferiores a 5 puntos y superiores a los 80 puntos, el 3% del género masculino obtuvo los puntajes más altos en un rango de 76 a 80 puntos; sin embargo también fue el sexo masculino el que en 1% obtuvo los menores resultados entre 6 y 10 puntos. En la misma figura también se detecta que la mayor área de los porcentajes de ambos géneros se encuentra en los rangos que van de 40 a los 80 puntos, por ello vuelve a confirmarse de los resultados generales que los estudiantes están transformando sus concepciones *en transición*, yendo hacia concepciones *informadas* acerca de la naturaleza de la ciencia.

### 7.3.3.4 Resultados de estudiantes por escuela

Esta vez aplicado en SPSS un filtro que permite ver los resultados de cada escuela participante en el estudio, se muestra a continuación en la Tabla 11 la media obtenida en cada dimensión y la media general. Haciendo mención de información previa, es importante recordar en este apartado que los estudiantes participantes de la escuela 1 fueron 86, y para la escuela 2 fueron 103.

**Tabla 11**  
*Media por dimensión y media general de cada escuela*

<b>Dimensión</b>	<b>Escuela 1</b>	<b>Escuela 2</b>
Observaciones e Inferencias	8.9	8.6
Carácter tentativo de las teorías científicas	10.4	9.8
Leyes científicas y teorías científicas	10.6	10.1
Influencia social y cultural en la ciencia	9.7	9.2
Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	8.6	8.8
Metodología en investigaciones científicas	11.0	10.5
<b>Total general</b>	<b>58.31</b>	<b>56.19</b>

Fuente: Elaboración propia

En este tabular se observa, entre otros datos, que para el resultado general la diferencia de puntajes entre las escuelas es de escasamente 2.12 puntos teniendo a la escuela 1 con el resultado superior. Para cada una de las seis dimensiones del SUSSI, la escuela 1 obtuvo resultados superiores en cinco dimensiones exceptuando la referente a *Imaginación y creatividad en investigaciones científicas*, y donde la mayor diferencia fue de apenas 6 décimas en la dimensión de *Carácter tentativo de las teorías científicas*. Sin embargo ni en los resultados particulares a cada dimensión, ni en el resultado general, la diferencia no es significativa; por lo que no puede inferirse que la Escuela 1 sea el factor que determine que cada estudiante ahí obtendrá resultados superiores a un estudiante en la Escuela 2.

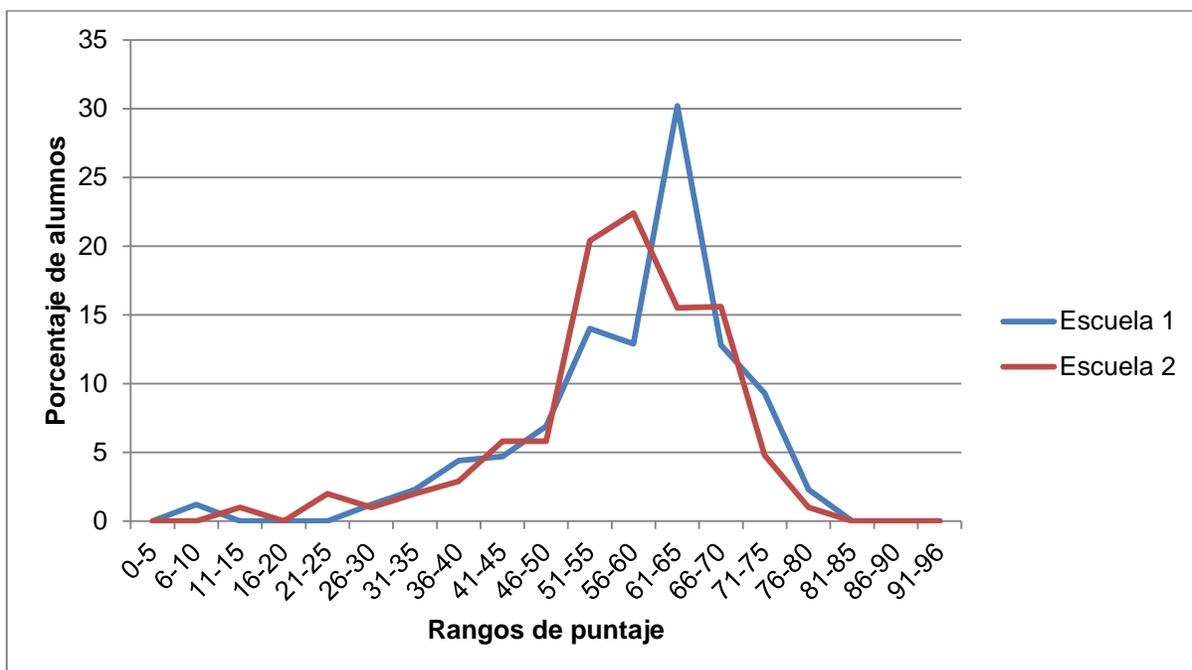
Para visualizar de manera más detallada los resultados generales obtenidos por escuela se presenta la Tabla 12, donde se observa el porcentaje de cada escuela

que obtuvo puntajes dentro de cada rango generado, y posterior a tabular se encuentra el correspondiente gráfico en la Figura 6 para los mismos datos. Igualmente si se desea tener una visión más precisa, en el Anexo 5 se encuentran las Tablas 23 y 24 donde se encuentran la frecuencia de los puntajes obtenidos para cada una de las dimensiones del cuestionario en cada escuela, y la frecuencia de los resultados generales en extenso sin los rangos.

**Tabla 12**  
*Rango y porcentaje de puntajes generales de SUSSI por escuela*

Rango de puntaje	Porcentaje		Rango de puntaje	Porcentaje	
	Escuela 1	Escuela 2		Escuela 1	Escuela 2
<b>0-5</b>	0	0	<b>51-55</b>	14	20.4
<b>6-10</b>	1.2	0	<b>56-60</b>	12.9	22.4
<b>11-15</b>	0	1	<b>61-65</b>	30.2	15.5
<b>16-20</b>	0	0	<b>66-70</b>	12.8	15.6
<b>21-25</b>	0	2	<b>71-75</b>	9.3	4.8
<b>26-30</b>	1.2	1	<b>76-80</b>	2.3	1
<b>31-35</b>	2.3	2	<b>81-85</b>	0	0
<b>36-40</b>	4.4	2.9	<b>86-90</b>	0	0
<b>41-45</b>	4.7	5.8	<b>91-96</b>	0	0
<b>46-50</b>	6.9	5.8	<b>Total</b>	100%	100%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 6.** Porcentaje de alumnos de cada escuela por rango de puntaje. Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados a este filtro de escuelas, el tabular X y la Figura 6 muestran que para la Escuela 1 el mayor porcentaje que es de 30.2% corresponde al rango de puntaje de 61 a 65 puntos, mientras que para la Escuela 2 el mayor porcentaje es de 22.4% y corresponde al rango de 56 a 60 puntos. En este caso se encuentra la mayor diferencia de resultados, obtenidos los más altos por parte de los estudiantes de la Escuela 1, ya que la diferencia de porcentaje es de casi 8% y el puntaje es aproximadamente 5 puntos más alto.

También se observa que la Escuela 1 obtuvo el mayor porcentaje, siendo de 2.3% para el mayor rango de puntajes (76 a 80 puntos); sin embargo la misma Escuela 1 obtuvo los resultados del menor rango (6 a 10 puntos) con un porcentaje de 1.2%. A pesar de esto para ambas escuelas en la figura se observa que la mayoría de porcentajes se encuentra en un área que va de los 40 a los 80 puntos.

Siendo estos los resultados por escuela, y habiendo encontrado resultados más favorecedores para la Escuela 1 con diferencias significativas; esto no es suficiente para afirmar que esto sea indicativo de que la Escuela 1 es superior a la Escuela 2, y que se obtendrán los resultados mayores en la primera. En general

puede afirmarse nuevamente que las concepciones obtenidas se encuentran en *transición*, siendo en su mayoría puntajes que van de 2.33 a 2.7.

### **7.3.3.5 Resultados de estudiantes - Fiabilidad, Prueba T y Correlaciones**

Empleando como estadística de fiabilidad el alfa de Cronbach, se muestra a continuación la Tabla 13 correspondiente a las seis dimensiones, donde se observa el valor de alfa de Cronbach, la media y desviación estándar de cada dimensión que conforma el cuestionario. En ésta se observa un valor para el Alfa de Cronbach de .770, por lo que puede confirmarse la fiabilidad de la escala empleada.

**Tabla 13**  
*Media, desviación estándar y alfa de Cronbach por dimensión*

<b>Elemento</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>
Metodología en investigaciones científicas	10.78	2.767	
Influencia social y cultural en la ciencia	9.50	2.653	
Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	8.74	2.037	
Total general SUSSI	58.32	10.480	<b>.770</b>
Leyes científicas y teorías científicas	10.44	2.696	
Carácter tentativo de las teorías científicas	10.17	2.541	
Observaciones e Inferencias	8.82	2.471	

Fuente: Elaboración propia

A continuación habiendo hecho una comparación por escuelas, los únicos valores relevantes de significancia mediante la prueba T, la prueba Levene de igualdad de varianzas, son los correspondientes a las dimensiones de *Carácter tentativo de las*

*teorías científicas e Influencia cultural y social de la ciencia*, siendo de .05 para cada una; por ello a continuación se muestra en la Tabla 14 los valores para cada una de las dimensiones mencionadas.

**Tabla 14**  
*Media por escuela en dimensiones con diferencia significativas al nivel 0.05*

<b>Dimensión</b>	<b>Media-Escuela 1</b>	<b>Media-Escuela 2</b>
Carácter tentativo de las teorías científicas	10.44	9.83
Influencia cultural y social de la ciencia	9.68	9.23

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la **correlación** existente entre las diferentes dimensiones del cuestionario se muestran los valores obtenidos en la Tabla 15, así como el nivel de significancia de las mismas, además de una columna de observación donde se hace énfasis en si existe o no una correlación y si hay significancia.

**Tabla 15**  
*Correlación entre dimensiones y nivel de significancia*

<b>Dimensión 1</b>	<b>Dimensión 2</b>	<b>Nivel de correlación</b>	<b>Nivel de significancia</b>	<b>Observación</b>
<b>Observaciones e Inferencias</b>	Carácter tentativo de las teorías científicas	.294	.000	No hay correlación Si es significativo
	Leyes científicas y teorías científicas	.331	.000	No hay correlación Si es significativo

	Influencia social y cultural en la ciencia	.338	.000	No hay correlación Si es significativo
	Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	.297	.000	No hay correlación Si es significativo
	Metodología en investigaciones científicas	.343	.000	No hay correlación Si es significativo
	Leyes científicas y teorías científicas	.526	.000	No hay correlación Si es significativo
<b>Carácter tentativo de las teorías científicas</b>	Influencia social y cultural en la ciencia	.445	.000	No hay correlación Si es significativo
	Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	.258	.000	No hay correlación Si es significativo

	Metodología en investigaciones científicas	.474	.000	No hay correlación Si es significativo
	Influencia social y cultural en la ciencia	.412	.000	No hay correlación Si es significativo
<b>Leyes científicas y teorías científicas</b>	Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	.340	.000	No hay correlación Si es significativo
	Metodología en investigaciones científicas	.532	.000	No hay correlación Si es significativo
<b>Influencia social y cultural en la ciencia</b>	Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	.160	.000	No hay correlación Si es significativo
	Metodología en investigaciones científicas	.456	.000	No hay correlación Si es significativo

<b>Imaginación y creatividad en investigaciones científicas</b>	Metodología en investigaciones científicas	.396	.000	No hay correlación
				Si es significativo

Fuente: Elaboración propia

Mediante el previo tabular, puede resumirse que no existe correlación entre ninguna de las dimensiones, pero que in embargo todas son significativas; la falta de correlación entre los resultados de las dimensiones es indicativo de que cada una es independiente, y los resultados de una no son influyentes o indicativos de los resultados que se obtendrán en otra dimensión. Más en pero si son significativas cada una de las seis dimensiones.

### **7.3.3.6 Resultados cuantitativos - profesores**

Se han presentado los resultados de los estudiantes, a continuación se presentan los resultados de los profesores, comenzando con la Tabla 16 donde se muestran los valores de totales por categoría o dimensión para cada profesor donde el máximo es 16, y el total del cuestionario sobre un máximo de 96; igualmente en la misma tabla se muestran los valores promedio de los mismos.

**Tabla 16**  
*Resultados de profesores en cuestionario SUSSI*

<b>Dimensión</b>	<b>Escuela 1 Profesor 1</b>	<b>Profesor 2</b>	<b>Profesor 3</b>	<b>Escuela 2 Profesor 4</b>	<b>Prom</b>
Observaciones e Inferencias	16	9	10	11	11.5
Carácter tentativo de las teorías científicas	14	12	8	11	11.25
Leyes científicas y teorías científicas	8	15	12	15	12.5
Influencia social y cultural en la ciencia	9	8	8	10	8.75
Imaginación y creatividad en investigaciones	13	8	8	10	9.75

científicas

Metodología en investigaciones científicas	14	11	8	12	11.25
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>69</b>	<b>65</b>

Fuente: Elaboración propia

En los datos de la tabla anterior se observa que tanto el profesor con el puntaje más alto, como aquel con el puntaje más bajo pertenecen a la Escuela 1; en promedio el resultado de los profesores de la Escuela 1 es de 64, y el resultado del único profesor de la Escuela 2 es de 69. Esto muestra que la diferencia entre las escuelas es de apenas 5 puntos, lo que no es significativo para indicar que los profesores de una escuela sean mejores.

Sin embargo en la individualidad de los resultados, el Profesor 1 alcanza un promedio de 3.1 para sus resultados, lo que indica una concepción *informada* acerca de la naturaleza de la ciencia, por su parte el Profesor 2, el Profesor 3 y el Profesor 4 tienen promedios de 2.6, 2.2 y 2.9 respectivamente lo que corresponde a una concepción en *transición*.

En la misma tabla puede observarse en los promedios que el resultado más bajo se obtuvo en la dimensión de *Influencia social y cultural en la ciencia*, que corresponde a una concepción en *transición*, y el valor más alto fue obtenido en la dimensión de *Leyes científicas y teorías científicas*, que refiere a una concepción *informada* acerca de la naturaleza de la ciencia.

Para tener mayor detalle se presenta en el Anexo 6 la Tabla 25 con los resultados obtenidos por ítem en cada categoría por parte de cada uno de los profesores, donde podrá observarse que los resultados son muy variables por categoría y por profesor, como ejemplo puede observarse al Profesor 1, quien en la dimensión de *Observaciones e Inferencias* obtuvo el máximo puntaje de 16, pero que sin embargo en la categoría que el promedio obtuvo el mayor puntaje que es la de *Leyes científicas y teorías científicas*, aquí el Profesor 1 obtuvo su menor puntaje siendo apenas de 8 puntos.

Hasta el momento los datos obtenidos acerca del cuestionario SUSSI aplicado a los profesores, y el mismo aplicado a los alumnos, no permite llegar a relacionar los resultados; ya que no se encontraron coincidencias que indiquen algún tipo de dependencia entre los números de unos y otros.

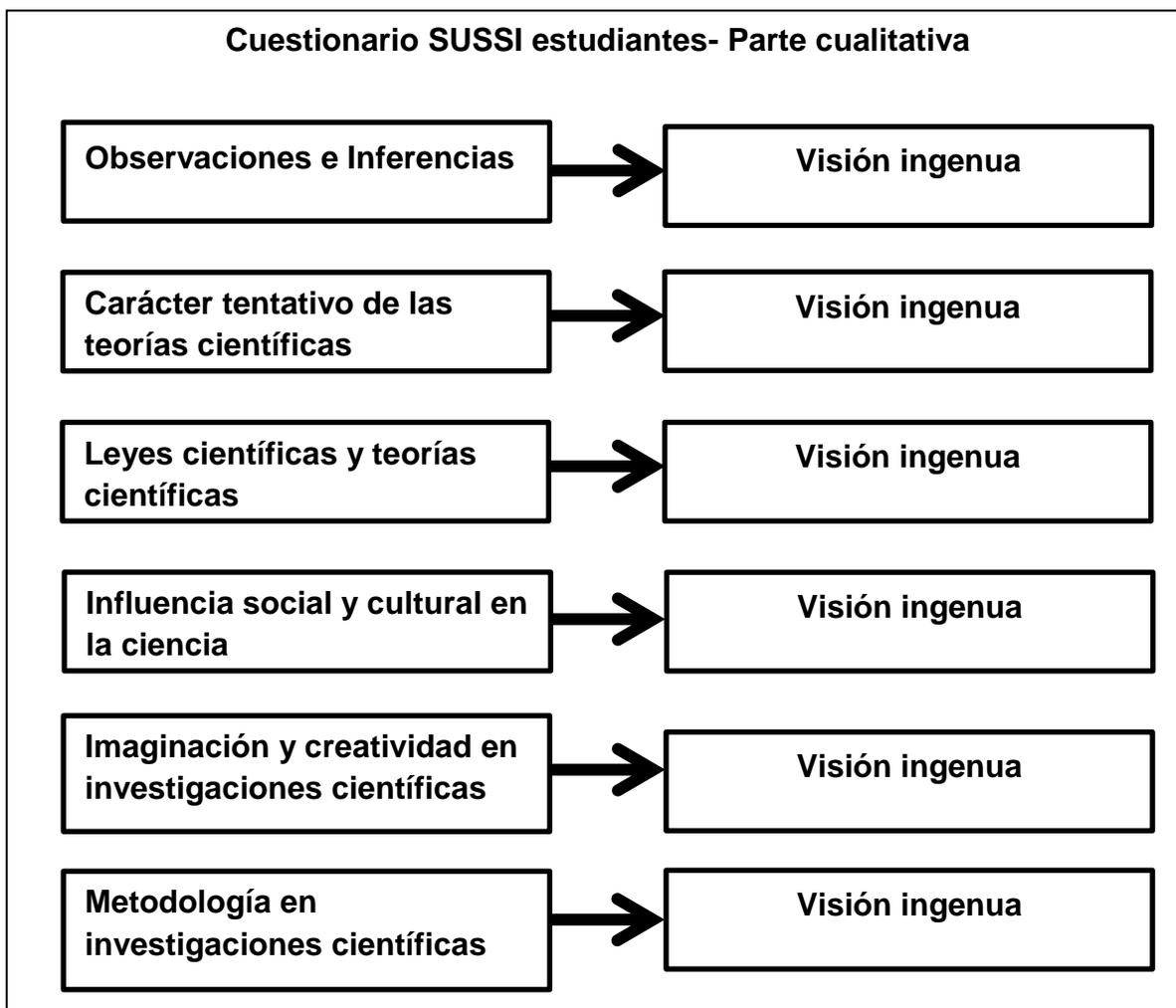
### **7.3.4 Área 2- preguntas abiertas**

#### **7.3.4.1 Técnica de medición**

Durante el análisis de los resultados obtenidos para este apartado del cuestionario SUSSI, en base a la descripción de las dimensiones del mismo que se encuentran en el Anexo 2 *la Taxonomía cuestionario SUSSI* en la Tabla 19, se generaron categorías con las respuestas de los estudiantes para cada una de las preguntas, que se clasificaron en *visión informada* si contenía ideas o elementos de la descripción, o en *visión ingenua* si no contenía dichas características, si era confuso o si no relacionaba las ideas.

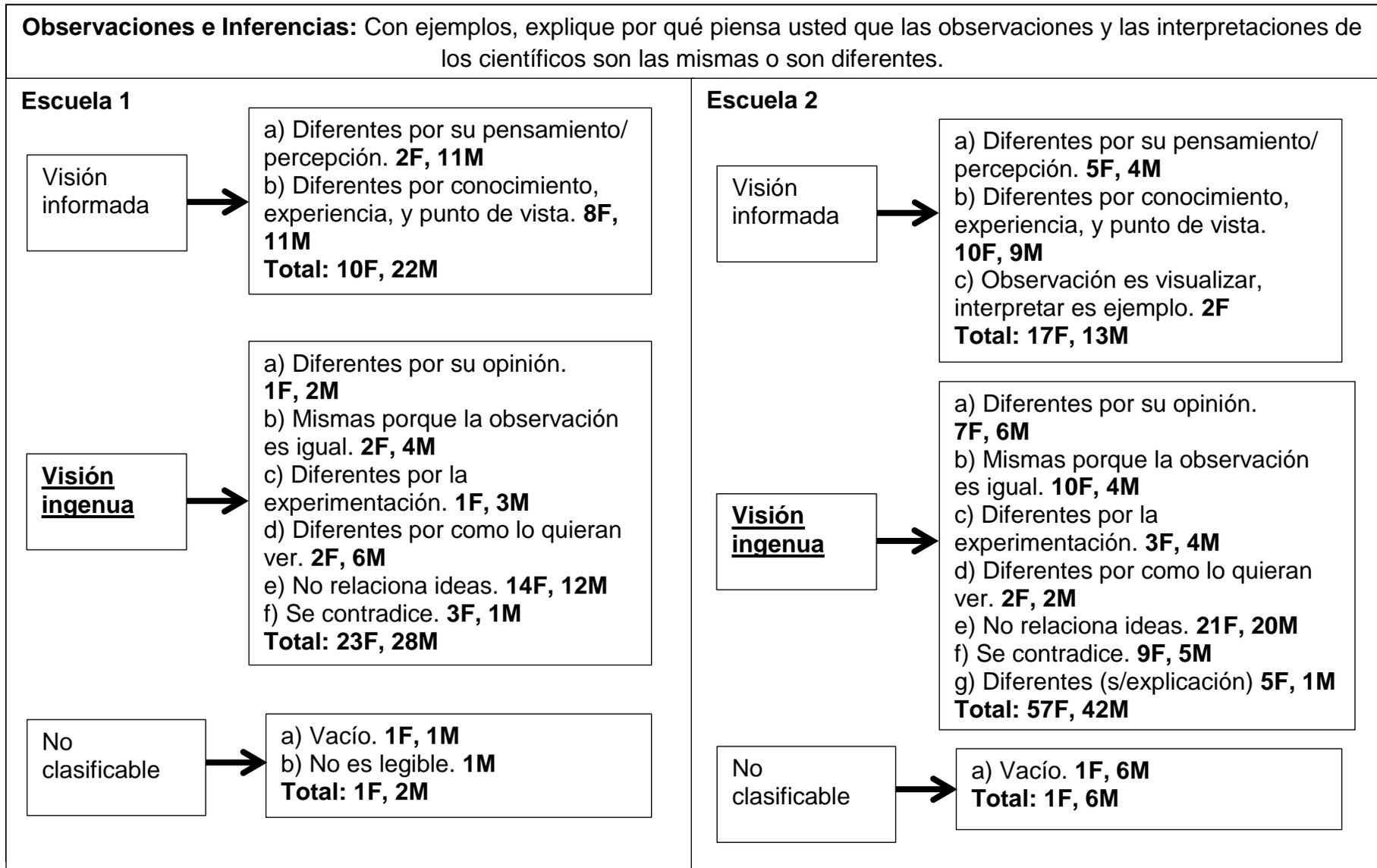
#### **7.3.4.2 Resultados de estudiantes**

Respecto a la parte cualitativa del cuestionario, que corresponde a las respuestas obtenidas en la pregunta abierta de cada una de las seis dimensiones, se muestra a continuación en la Figura 7 un cuadro que hace alusión a la *visión informada* o *visión ingenua*, con base en lo que obtuvieron con las respuestas en la clasificación la mayoría de alumnos. Esto para el total de los estudiantes de ambas escuelas.

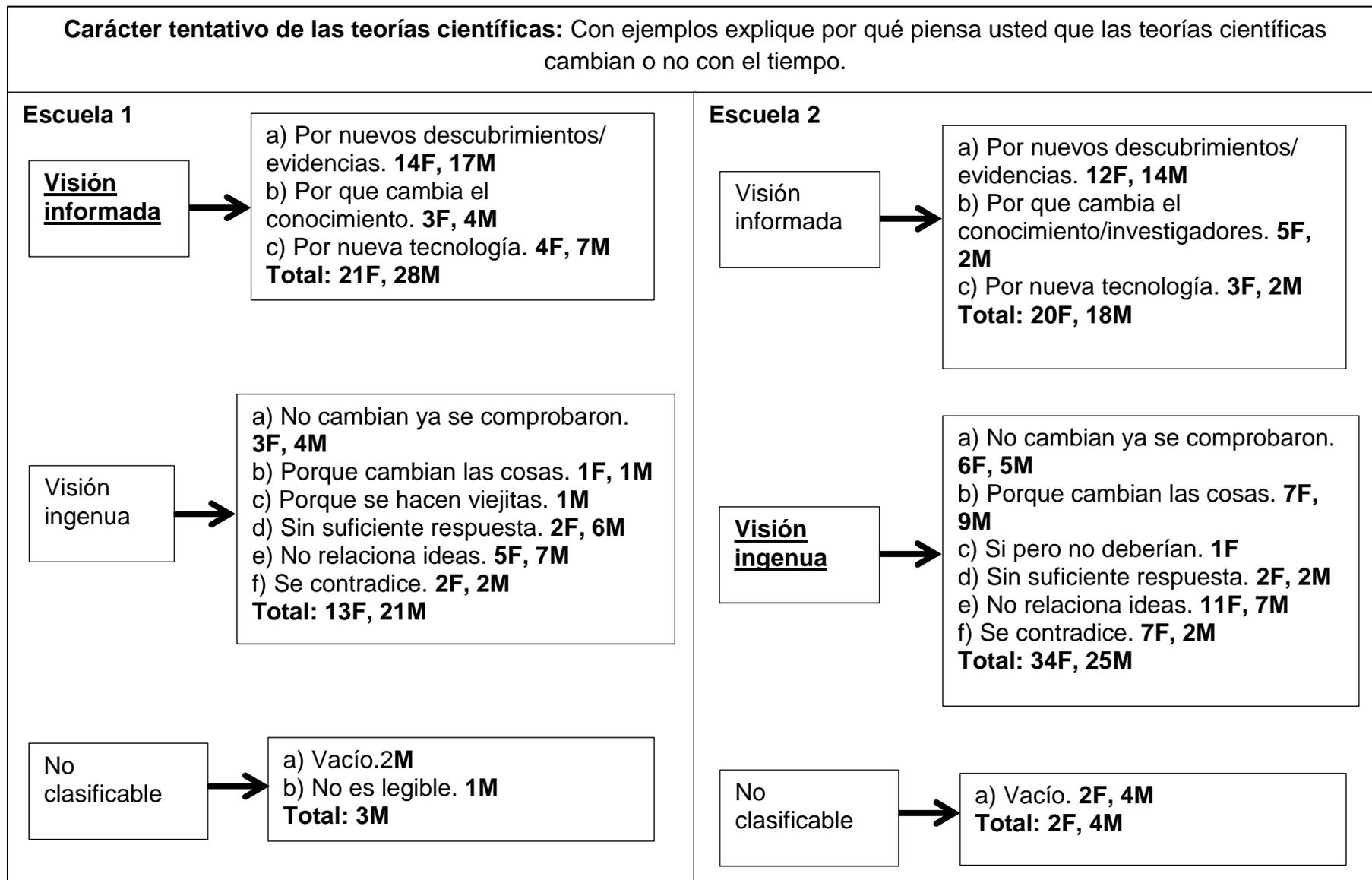


**Figura 7.** Resultados de concepciones de estudiantes por dimensión. Fuente: Elaboración propia

Posteriormente en las Figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13, se muestran los resultados particulares correspondientes a cada dimensión, conformados por los dos tipos de visión, y en cada uno de ellos las categorías generadas en base a las respuestas de los estudiantes; esto para cada una de las escuelas, donde igualmente se puede observar el número de estudiantes de cada género donde F (Femenino), M (Masculino) que respondieron algo alusivo a dichas categorías. En las figuras mencionadas, la visión que resultó predominante para cada dimensión se encuentra subrayada y en letras negritas para su distinción.

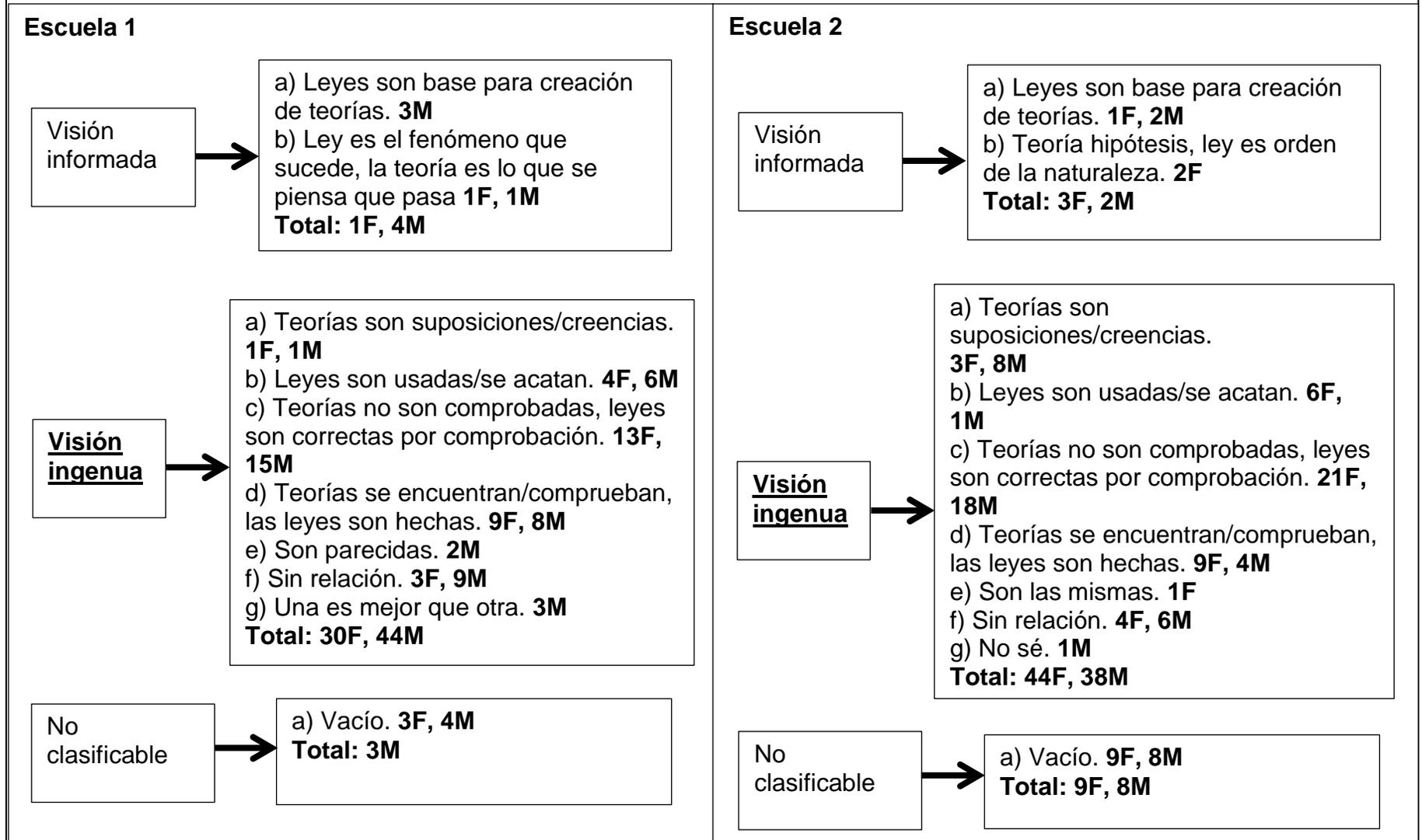


**Figura 8.** Resultados de estudiantes en Observaciones e Inferencias. Fuente: Elaboración propia

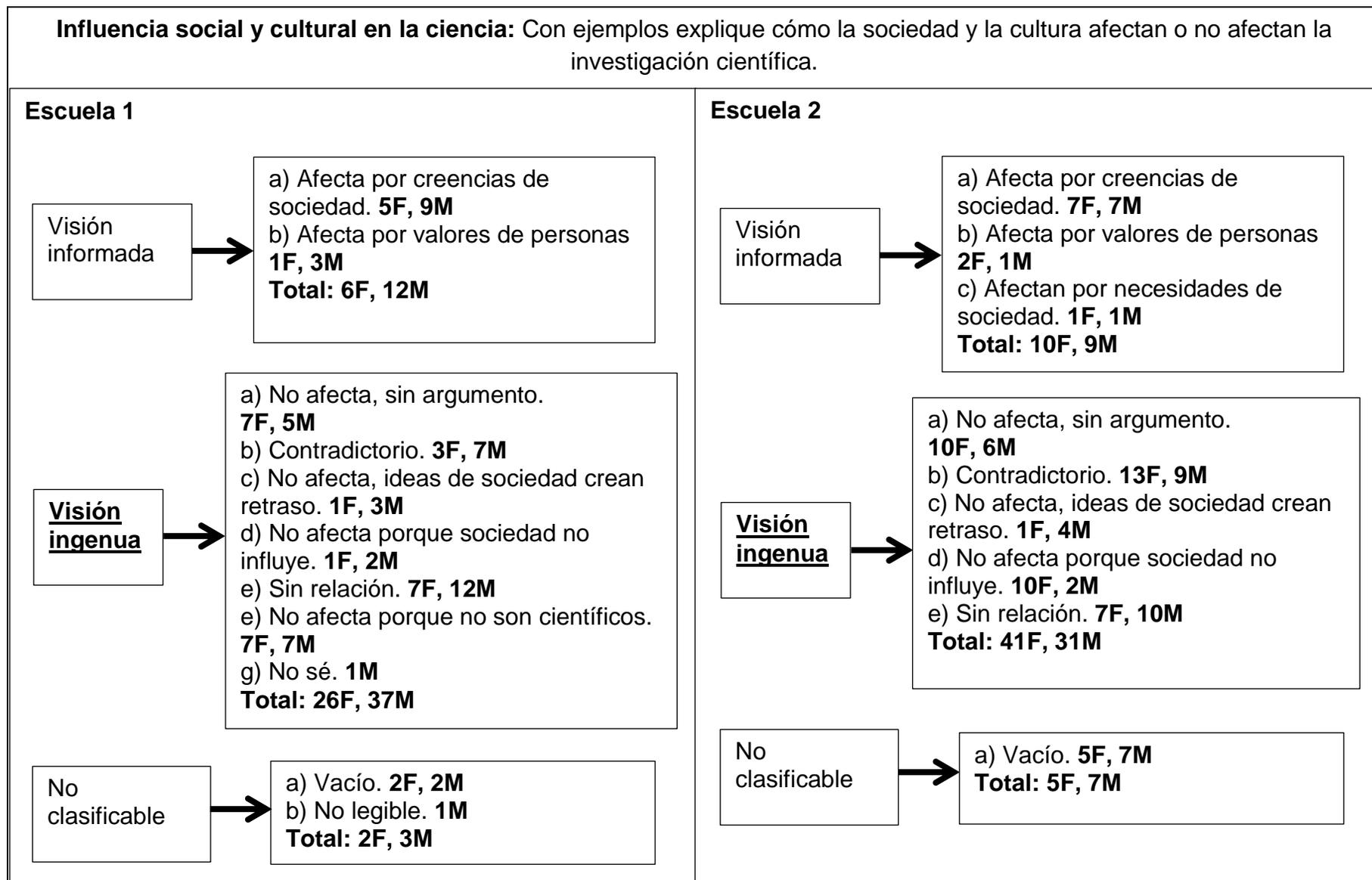


**Figura 9.** Resultados de estudiantes en Carácter tentativo de las teorías científicas. Fuente: Elaboración propia

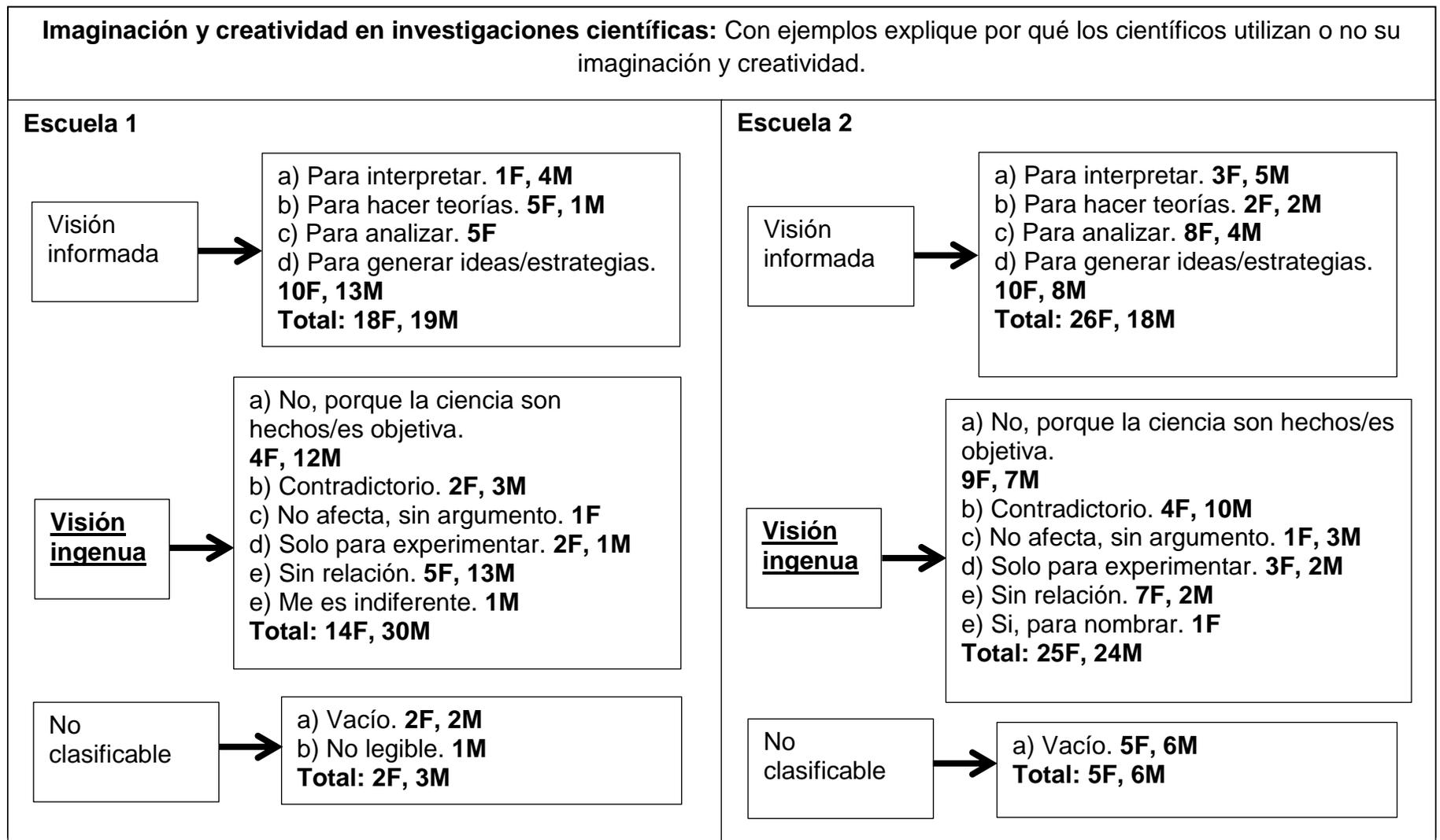
**Leyes científicas y teorías científicas:** Con ejemplos explique la diferencia entre teorías científicas y leyes científicas.



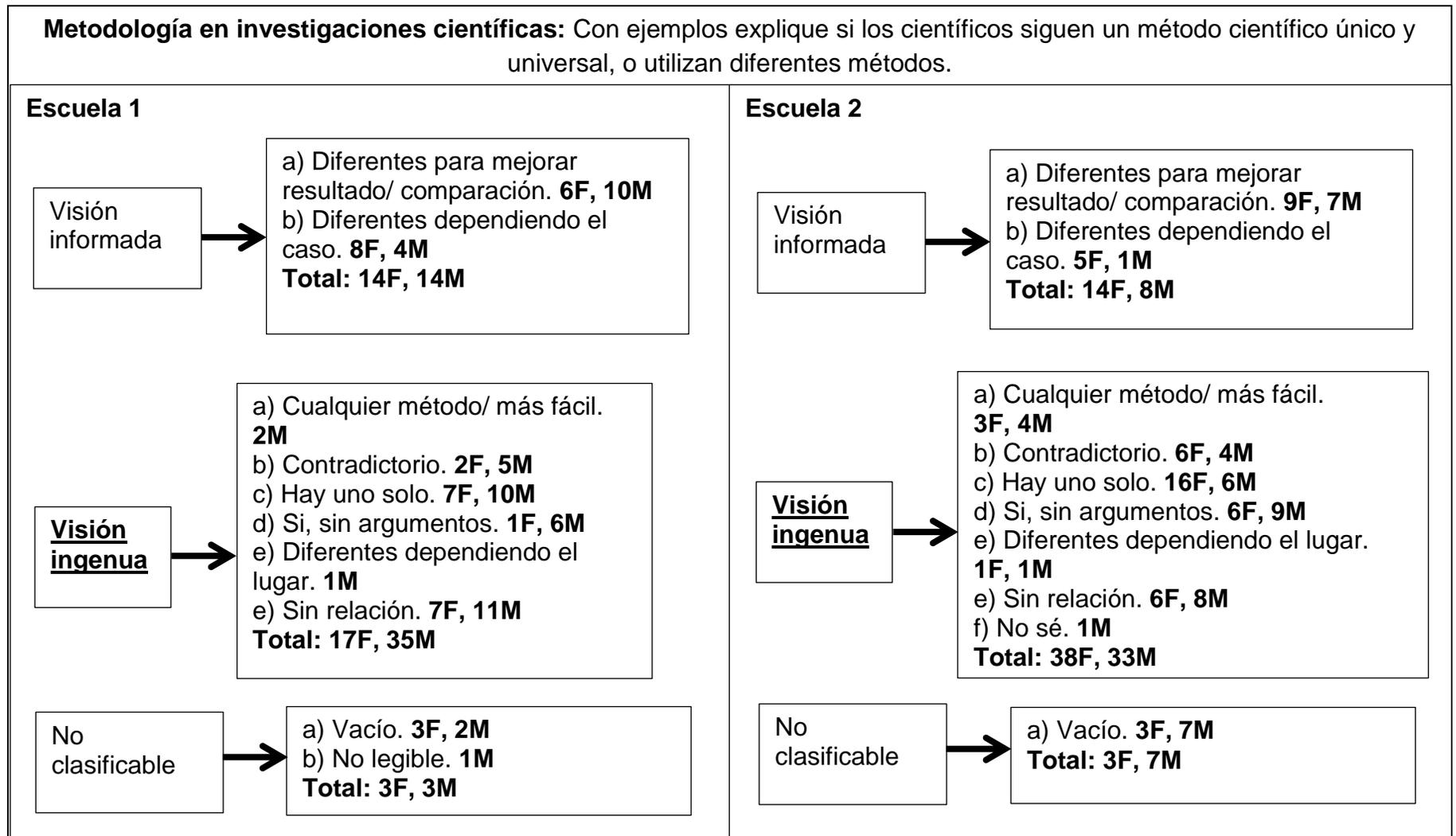
**Figura 10.** Resultados de estudiantes en Leyes científicas y teorías científicas. Fuente: Elaboración propia



**Figura 11.** Resultados de estudiantes en Influencia social y cultural en la ciencia. Fuente: Elaboración propia



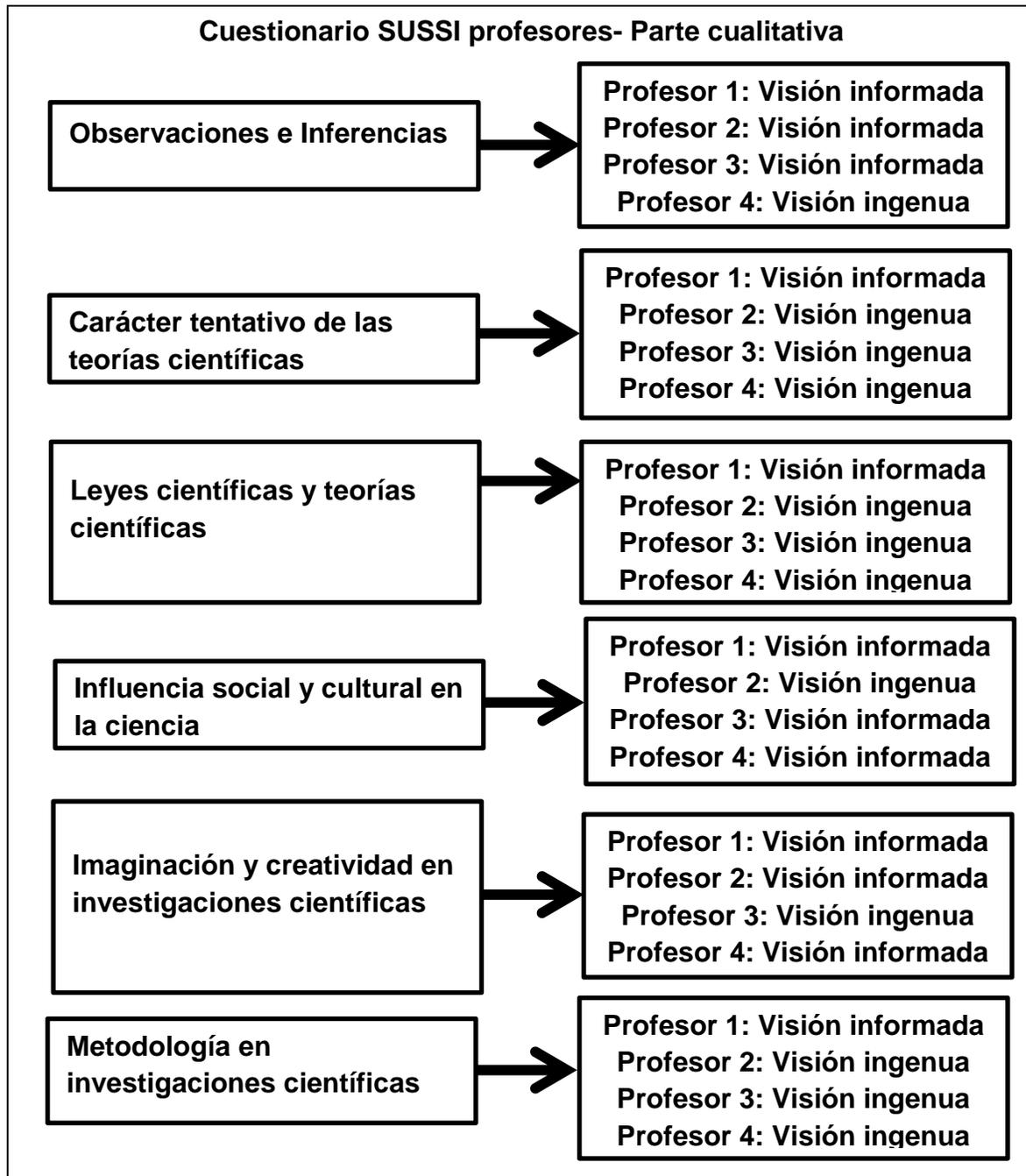
**Figura 12.** Resultados de estudiantes en Imaginación y creatividad en investigaciones científicas. Fuente: Elaboración propia



**Figura 13.** Resultados de estudiantes en Metodología en investigaciones científicas. Fuente: Elaboración propia

### 7.3.4.3 Resultados de profesores

Correspondiente a los resultados obtenidos para el cuestionario aplicado a los profesores en la parte cualitativa, es decir la pregunta abierta, se presenta a continuación la Figura 14 donde se puede observar la clasificación de la respuesta de cada profesor a cada una de las preguntas respectivas a cada dimensión.



**Figura 14.** Concepciones de profesores para pregunta abierta de SUSSI. Fuente: Elaboración propia

### 7.3.5 Análisis general del cuestionario SUSSI

Como se describió al principio de este capítulo de resultados y su análisis, este apartado se encuentra destinado a un análisis general de todo lo obtenido en el cuestionario SUSSI, mediante una triangulación teórico-metodológica que permitirá una visión más global y fundamentada de los datos obtenidos, lo que se presenta a continuación para cada una de las dimensiones conformantes del instrumento.

#### 7.3.5.1 Observaciones e Inferencias

Esta dimensión se centra en la consistencia de lo que representan las observaciones y las inferencias para los científicos y la ciencia, haciendo énfasis en la diferencia de las mismas, su necesidad y la importancia de ambas. En los resultados obtenidos para los estudiantes en la **primera parte** del cuestionario, éstos presentan en general una *visión en transición*; mientras que para la **pregunta abierta** la respuesta de la mayoría corresponde a una *visión ingenua*, esto debido a que se presenta una confusión en cuanto a ignorar la distinción entre las observaciones e inferencias, y presentando argumentos inválidos que además se contradicen o que no relacionan las ideas.

Ejemplos de los resultados expresados por parte de los estudiantes para ambos tipos de visiones pueden ser observados en el Anexo 7 en la Tabla 26 de *Ejemplos respuestas de estudiantes y profesores para pregunta de Observaciones e Inferencias*. Desde el constructivismo se está ignorando que el individuo se impone al mundo que vive, teniendo gran importancia en ello la experiencia del mismo (Serrano & Pons, 2011); esta experiencia es mencionada por algunos de los pocos estudiantes que poseen una *visión informada* y que la consideran, así como también el pensamiento, y la percepción, factores determinantes para un científico que debe emplear las observaciones e inferencias en el mundo de la ciencia.

Los mismos estudiantes deben poseer a esta altura de su vida, un pensamiento formal operacional de naturaleza **hipotético-deductiva**, para ser capaz de concebir ideas, conceptos, hipótesis, para posteriormente explorarlos y probarlos

(Towne, 2009); por lo que deben conocer la diferencia entre una inferencia que implicar generar ideas o hipótesis, y una observación, aunque ambas estén influenciadas por factores como el conocimiento y la experiencia del sujeto.

Por su parte, los profesores, para esta dimensión en la parte cuantitativa obtuvieron un promedio de visión *en transición* hacia la visión *informada*, mientras que para la pregunta abierta tres de ellos muestran una visión *informada* y sólo uno una visión *ingenua*; esto puede corroborar la visión que va encaminada a ser mayormente informada en ellos.

#### **7.3.5.2 Carácter tentativo de las teorías científicas**

La segunda dimensión del cuestionario hace referencia a la vigencia del conocimiento, ya que éste puede ser modificado por diversas razones para evolucionar. Soler (2006) desde la teoría del constructivismo habla de esta temporalidad del conocimiento, porque este se desarrolla contextualizado en la sociedad y la cultura; lo que lo hace falible y perfectible.

Las categorías creadas desde las respuestas de los alumnos a la pregunta abierta, que obtuvieron una visión *informada*, mostraron que defienden la caducidad del conocimiento por el cambio debido a nuevos descubrimientos, nuevas evidencias, nueva tecnología. Lo que es generado gracias a la generación de nuevo conocimiento, y al proceso mismo; Rodríguez (2004) habla de este proceso desde la teoría del aprendizaje significativo, donde un individuo da significado al conocimiento tras una interacción entre subsumidores claros y relevantes en la estructura cognitiva del individuo, y un enriquecimiento de los mismos. Este último hecho no es para nada coincidente con la visión de aquellos alumnos que fueron calificados con una visión *ingenua*, ya que ellos creen que el conocimiento que ya fue comprobado no puede y no debería cambiar.

Para la primer parte del cuestionario, la visión promedio de los estudiantes arrojó encontrarse en transición, y no hubo diferencias en los filtros por género y por escuela; por otra parte para la sección de la pregunta abierta, los alumnos de la Escuela 1, en su mayoría demostraron tener una visión *informada*, y la mayoría de los pertenecientes a la Escuela 2 obtuvieron una clasificación de visión *ingenua*.

Pero el resultado promedio de la totalidad de estudiantes para esta parte fue de una visión *ingenua*.

Los profesores obtuvieron en promedio una visión en *transición* para la primera parte, y para la segunda la visión promedio fue *ingenua*; ejemplos de las respuestas de alumnos y profesores, pueden ser consultadas en el Anexo 7 en la Tabla 27 de *Ejemplos respuestas de estudiantes y profesores para pregunta de Carácter tentativo de las teorías científicas*.

### **7.3.5.3 Leyes científicas y teorías científicas**

Esta dimensión está enfocada en la naturaleza de las leyes de las teorías científicas, y en enfatizar las diferencias entre ellas. Para la totalidad de alumnos, el promedio obtenido para la primera parte del cuestionario resultó en una visión en *transición*, sin diferencias en los filtros por género y por escuela; para la segunda parte, que corresponde a la pregunta abierta el promedio de los mismos individuos fue de una visión *ingenua*, lo que es coincidente también para el filtro de escuelas. Ejemplos de las respuestas de ellos y de los profesores pueden encontrarse en el Anexo 7 en la Tabla 28 de *Ejemplos respuestas de estudiantes y profesores para pregunta de Leyes científicas y teorías científicas*.

La diferencias entre leyes y teorías científicas es difícil de aceptar, y en el caso de quienes lo hacen, es difícil de explicar, los alumnos expresan oraciones que declaran que las leyes son las que deben acatarse, las que han sido comprobadas, o incluso hay quienes afirman que las teorías y las leyes son las mismas; respecto a las teorías tienen creencias de que son aquellas hipótesis que no han podido ser comprobadas, o que sólo son creencias. Lo que es completamente erróneo, en ésta área de ciencias desde el aprendizaje significativo y el cambio conceptual, en los alumnos se debe llevar a cabo un patrón de cambio gradual donde la exposición de las ideas científicas debe comenzar antes para dar tiempo a la incubación y desarrollo (Nussbaum, 1989); lo que permitiría que éstos comprendieran la diferencia.

Desde la descripción de esta dimensión, las leyes científicas son aquellas que describen relaciones generalizadas de fenómenos naturales bajo ciertas condiciones; por su parte las teorías son explicaciones fundamentadas de

aspectos del mundo natural, éstas no tienen la capacidad de convertirse en leyes bajo ninguna circunstancia, y pueden o no explicar leyes científicas. Los alumnos que demostraron poseer una concepción informada expresan, entre otras oraciones, que las leyes pueden ser base para teorías, que explican fenómenos y las teorías expresan lo que se piensa que está sucediendo; expresan que las teorías son hipótesis, mientras que las leyes están bajo el orden de la naturaleza.

En los resultados de los profesores se encuentra que, para la parte de los reactivos Likert, en promedio éstos poseen una visión *informada* con el puntaje más alto de todas las dimensiones; sin embargo para las respuestas a la pregunta abierta, les fue difícil expresar la diferencia entre leyes y teorías, y el promedio de sus visiones resultó en *ingenua*.

#### **7.3.5.4 Influencia social y cultural en la ciencia**

Como cuarta categoría está la influencia social y cultural en la ciencia, que refiere a la universalidad del conocimiento científico, y el impacto que tienen los valores y expectativas culturales en éste; que determinan qué y cómo se desarrolla, interpreta y acepta la ciencia. En Towne (2009) se habla de la naturaleza del conocimiento como una construcción producto de la interacción social y cultural, donde los procesos psicológicos se obtienen primero de un contexto social y luego son internalizados por el individuo. Esto refleja el impacto de la ciencia como cultura actual, desde la cual la investigación es más respetada por la importancia que adquieren sus avances para múltiples ámbitos de la vida cotidiana.

Para este apartado se puede observar que los estudiantes en general para el apartado de los reactivos Likert obtuvieron una visión *en transición*, sin diferencia para las comparaciones realizadas entre género y escuela. Posteriormente en cuanto a la pregunta abierta, la visión de los estudiantes para ambas escuelas en su mayoría obtuvo una visión *ingenua* de la ciencia; para este apartado la diferencia entre el número de estudiantes que obtuvo respuestas correspondientes a éste tipo de visión y aquellos que respondieron con datos referentes a una visión informada, es mayor en un poco más de tres veces. Ejemplos de los resultados expresados por los estudiantes para cada uno de los tipos de visiones pueden ser

observados en el Anexo 7 en la Tabla 29 de *Ejemplos respuestas de estudiantes y profesores para pregunta de Influencia social y cultural en la ciencia*.

Aquellos pocos estudiantes que poseen una visión informada respecto a esta categoría hacen mención de la manera en que las creencias, las necesidades y los valores de los individuos que forman parte de la sociedad, afectan a la ciencia; sin embargo como se mencionó el número de aquellos que corresponden a este tipo de visión está muy por debajo de aquellos que opinan que la sociedad no influye en la ciencia, entre algunos argumentos se encuentran las declaraciones de que las ideas de la sociedad crean retraso en la ciencia, y las que indican que los individuos de la sociedad que no son científicos no tienen influencia sobre la ciencia.

Ignorando así que el constructivismo ve al conocimiento como temporal, debido a que su desarrollo se encuentra estrechamente relacionado al contexto en la sociedad y la cultura, lo que lo hace falible, perfectible y relativo a un contexto (Soler, 2006). Los científicos, así como cada uno de los individuos que forman parte de la sociedad tienen un conocimiento con raíz en esquemas propios contruidos desde su realidad, enriquecidos por su interacción con otros, y que forman parte de su cultura individual (Sendino, 2017).

Respecto a los resultados obtenidos de los docentes, éstos obtuvieron, en promedio y como individuos, una visión *en transición* para la parte correspondiente a los reactivos Likert; y en cuanto a la respuesta a la pregunta abierta, en promedio respondieron con una visión *informada*, donde únicamente uno de los cuatro docentes respondió desde una visión ingenua de la influencia social y cultural en la ciencia.

#### **7.3.5.5 Imaginación y creatividad en investigaciones científicas**

Esta categoría refiere a la combinación entre lógica y creatividad que hacen la ciencia, ya que para que los datos sean generados se deben inventar hipótesis o teorías para imaginarse la manera en que el mundo funciona, y ser puestas a prueba posteriormente; es decir que es necesario a lo largo de toda investigación científica, que el científico utilice su imaginación y creatividad. Desde Soler (2006)

se habla del constructivismo centrado en la creación y modificación activa de pensamientos, ideas y modelos acerca de los fenómenos, donde el proceso mismo se encuentra influido por el contexto sociocultural del individuo, quien necesita poner en práctica una actividad creativa e interpretativa para darle significado al conocimiento.

Los estudiantes en general para esta dimensión obtuvieron en promedio una visión *en transición*, siendo el mismo resultado en la comparación por género y por escuela; respecto a la pregunta abierta las visiones en general de todos los estudiantes y en la comparación por escuela, en promedio arrojan una *visión ingenua*. La minoría de estudiantes que respondió con información correspondiente a una visión informada de la ciencia, sostienen que la imaginación y creatividad son empleadas por parte de los investigadores, en tanto deben ser capaces de interpretar, hacer análisis, generar teorías, ideas o estrategias. Esto corresponde a lo sostenido en Towne (2009), donde se menciona que los individuos desde el razonamiento complejo desarrollan la habilidad de imaginar las muchas posibilidades respecto a una situación, comprendiendo proposiciones hipotéticas, y compensando mentalmente por transformaciones en realidad.

Ejemplos de las respuestas escritas de los estudiantes, así como de los profesores pueden ser consultados en el Anexo 7 en la Tabla 30 de *Ejemplos respuestas de estudiantes y profesores para pregunta de Imaginación y creatividad en investigaciones científicas*. Por su parte los profesores en los reactivos tipo Likert, obtuvieron en promedio una visión *en transición*, sin embargo el profesor 1 obtuvo un puntaje correspondiente a una *visión informada*, para la pregunta abierta únicamente uno de los cuatro profesores obtuvo una clasificación de visión ingenua, el resto respondió desde una *visión informada*.

Desde el trabajo de Jerome Bruner acerca del aprendizaje por descubrimiento se habla de la posibilidad que un individuo desde la construcción de su propio conocimiento con este tipo de metodologías, se incentiva significativamente y se potencializa la creatividad e inferencia (Camargo & Hederich, 2010). Relacionado al respecto, Díaz Barriga (2006) en su libro de enseñanza situada menciona que el aprender y el hacer son acciones inseparables, por lo que en la educación de

los estudiantes, éstos deberían tener la oportunidad de una participación activa y reflexiva en actividades de significancia y coherencia con la realidad.

#### **7.3.5.6 Metodología en investigaciones científicas**

La metodología en investigaciones científicas se refiere a la diversidad de métodos científicos que existen para llevar a cabo dichas investigaciones, los cuales difieren debido a que cada pregunta requiere distintas maneras de ser contestada, así como cada investigador domina distintos métodos, los científicos poseen conocimiento previo, perseverancia, y creatividad. El conocimiento científico se obtiene de una variedad de maneras. Por su parte el constructivismo indica que el proceso de construcción de conocimiento, lo hace la persona desde sus propios recursos de experiencia e información que recibe.

Los estudiantes respondieron en general y en promedio a los reactivos Likert, desde una visión *en transición*, igualmente para una comparación por género y escuela; por su parte para la pregunta abierta en promedio y en la comparación por escuela, los estudiantes respondieron con información que hace alusión a una *visión ingenua*. Los estudiantes que respondieron a la pregunta abierta desde una visión informada, sostienen, entre otras respuestas, que existen diferentes métodos para llevar a cabo una investigación científica para mejorar los resultados a obtener, o dependiendo el caso. Ejemplos de estas respuestas, y respuestas correspondientes a una visión ingenua, pueden ser consultadas en el Anexo 7 en la Tabla 31 de *Ejemplos respuestas de estudiantes y profesores para pregunta de Metodología en investigaciones científicas*.

Los docentes por su parte, para los reactivos tipo Likert, obtuvieron en promedio una visión *en transición*, sin embargo para los resultados individuales, dos de ellos, el Profesor 1 y el Profesor 4, obtuvieron una *visión informada*. Respecto a la pregunta abierta, únicamente uno, el Profesor 1, obtuvo un resultado correspondiente a una visión informada, los tres restantes respondieron desde una *visión ingenua*.

Desde la teoría de aprendizaje por descubrimiento de Jerome Bruner, se sostiene que los estudiantes pueden tomar sucesos de la vida diaria, para formular hipótesis, y probarlas como científicos al mismo tiempo que aumentan su nivel de

habilidades cognitivas (Balim, 2009); lo que les permitiría aprender que la metodología en investigaciones científicas no trata de un único método universal que deben seguir todos los investigadores, y que no sólo significa llevar a cabo experimentación. De esta manera se estaría logrando el aprendizaje desde razonamiento inductivo, donde la principal atención se centra en el proceso de construcción del conocimiento científico (Camargo & Hederich, 2010).

## 7.4 Resultados entrevista semi-estructurada

### 7.4.1 Prueba piloto

Para realizar la prueba piloto se seleccionó a un docente de telesecundaria de una escuela no correspondiente a ninguna del estudio, durante la entrevista se utilizó la guía de entrevista que se presentó en la Tabla 17:

**Tabla 17**  
*Guía de entrevista piloto*

<b>Temática</b>	<b>Preguntas sugeridas</b>	<b>Preguntas resultantes</b>
<b>-Importancia de la ciencia</b>	1. ¿Qué importancia le da usted a la enseñanza de las ciencias? 2. ¿Qué importancia le da usted a impulsar en los estudiantes un interés por el mundo científico? →Detectar la importancia que el docente le otorga a la ciencia en el mundo actual	<i>Espacio destinado a preguntas que surjan en el transcurso de la entrevista</i>
<b>-Estrategias de enseñanza y aprendizaje</b>	1. ¿Qué técnicas o estrategias emplea usted para impartir sus clases de ciencia? 2. ¿Qué técnicas o estrategias prácticas emplea usted para ayudar a comprender y reforzar en los estudiantes los conocimientos de leyes y teorías de la clase de ciencia?	<i>Espacio destinado a preguntas que surjan en el transcurso de la entrevista</i>

→Incentivar a que el docente platique acerca de las técnicas y estrategias que emplea para impartir sus clases de ciencia

→Indagar en estrategias y prácticas de campo que emplea para reforzar la enseñanza de leyes y teorías

**-Opiniones acerca de los programas de Ciencia de la SEP** 1. ¿Qué le parece a usted o que opina acerca del actual programa de aprendizajes clave en el área de ciencia y tecnología?  
*Espacio destinado a preguntas que surjan en el transcurso de la entrevista*  
→Permitir que el docente exprese su opinión acerca del presente programa empleado para las clases de ciencias

---

Fuente: Elaboración propia

Como producto del pilotaje se obtuvieron los siguientes resultados:

- Las preguntas responden a los objetivos pretendidos de la investigación, además fueron entendibles, fáciles de comprender y responder; por último no generaron confusión, problemas o rechazo por parte del entrevistado que indicara incomodidad.
- Se generaron nuevas preguntas, en la **primer categoría acerca de la importancia de la ciencia**, aumentó el número de preguntas siendo 2 a un total de 5, agregándose las siguientes: 3) ¿Qué impacto cree que tiene el enseñarles la función del mundo científico a los estudiantes?, 4) ¿Qué relación cree que existe entre el mundo científico y el resto de la sociedad?, 5) ¿Qué impacto cree que ocasionaría en el país el incremento de personas relacionadas a la ciencia? En la **segunda categoría acerca de las estrategias de enseñanza y aprendizaje** se modificó el orden de las

preguntas e igualmente se agregaron nuevas, las cuales fueron: 1) ¿De qué manera imparte usted sus clases de ciencia?, 4) ¿Se enfoca usted en las prácticas indicadas en el programa, o indaga acerca de otras que puedan ajustarse al contexto y sus recursos?, 6) ¿Qué entiende usted por alfabetización científica?, 7) ¿Cree usted que la sociedad en general debe ser alfabetizada científicamente?

- La **tercera categoría** permitió al docente expresar sus inquietudes, así como inconformidades y preocupaciones acerca de los programas de SEP. Así como hablar un poco más en general de su trabajo como profesor. Por esto, y al detectar que al hablar el profesor de este tema se desenvolvía mejor, creando un ambiente de mayor confianza y más cómodo, se decide iniciar en las entrevistas posteriores con la pregunta correspondiente a su opinión.

Estos resultados permitieron modificar la guía de entrevista, así como se generó práctica para llevar a cabo las entrevistas próximas de manera más confiada y objetiva. Siendo así la guía de entrevista decisiva la mostrada a continuación en la tabla 18, la cual fue aplicada a los cuatro profesores, tres de ellos pertenecientes a la escuela 1 y uno de la escuela 2.

**Tabla 18**  
*Guía de entrevista aplicada*

<b>Temática</b>	<b>Preguntas sugeridas</b>	<b>Preguntas resultantes</b>
<b>-Opiniones acerca de los programas de Ciencia de la SEP</b>	1. ¿Qué le parece a usted o que opina acerca del actual programa de aprendizajes clave en el área de ciencia y tecnología? →Permitir que el docente exprese su opinión acerca del presente programa empleado para las clases de ciencias	<i>Espacio destinado a preguntas o comentarios que surjan en el transcurso de la entrevista</i>
<b>-Importancia de la ciencia</b>	1. ¿Qué importancia le da usted a la enseñanza de las ciencias? 2. ¿Qué importancia le da usted a impulsar	<i>Espacio destinado a preguntas o</i>

en los estudiantes un interés por el mundo científico? *comentarios que surjan en el*

3. ¿Qué impacto cree que tiene el enseñarles la función del mundo científico a los estudiantes? *transcurso de la entrevista*

4. ¿Qué relación cree que existe entre el mundo científico y el resto de la sociedad?

5. ¿Qué impacto cree que ocasionaría en el país el incremento de personas relacionadas a la ciencia?

6. ¿Qué entiende usted por alfabetización científica?

7. ¿Cree usted que la sociedad en general debe ser alfabetizada científicamente?

→Detectar la importancia que el docente le otorga a la ciencia en el mundo actual

**-Estrategias de enseñanza y aprendizaje**

1. ¿De qué manera imparte usted sus clases de ciencia? *Espacio destinado a*

2. ¿Qué técnicas o estrategias emplea usted para impartir sus clases de ciencia? *preguntas o comentarios que*

3. ¿Qué técnicas o estrategias prácticas emplea usted para ayudar a comprender y reforzar en los estudiantes los conocimientos de leyes y teorías de la clase de ciencia? *surjan en el transcurso de la entrevista*

4. ¿Se enfoca usted en las prácticas indicadas en el programa, o indaga acerca de otras que puedan ajustarse al contexto y sus recursos?

→Incentivar a que el docente platique acerca de las técnicas y estrategias que emplea para impartir sus clases de ciencia

→Indagar en estrategias y prácticas de campo que emplea para reforzar la enseñanza de leyes y teorías

---

Fuente: Elaboración propia

#### **7.4.2 Opiniones acerca de los programas de Ciencia de la SEP**

Se ha mencionado previamente como una finalidad primordial de ésta área de la entrevista, el crear para el sujeto entrevistado un ambiente de confianza, con la finalidad de que existiera una verdadera apertura para responder las preguntas con la mejor disposición y la información más acertada. Por esto, principalmente la información obtenida de ésta área refleja, en general, la inconformidad de los profesores ante el constante cambio de Planes y Programas de la SEP, a los cuales las autoridades esperan una adaptación rápida, pero que sin embargo debido a la inexperiencia con los mismos, eso es imposible.

Igualmente hacen mención de la carencia de recursos con que cuentan, y que esto no es muy tomado en cuenta a la hora de evaluar sus desempeños como profesores, aunque sea un factor que impacte en las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Por otra parte, hacen alusión a que en ocasiones los alumnos no cuentan con los conocimientos básicos necesarios para poder desempeñarse con las exigencias del aula, lo que a su vez genera resultados por debajo de lo esperado y de lo planteado. Algunas expresiones aquí mencionadas se analizarán en otro de los siguientes apartados, con el apoyo de la teoría y conceptos empleados en el estudio.

Es necesario destacar que el ambiente que se generó tras las respuestas a esta pregunta, en general fue el planeado, ya que tres de los profesores se mostraron abiertos y dispuestos a colaborar con la mejor disposición, sin olvidar mencionar su amabilidad; sin embargo, el profesor 4, durante ésta y pregunta y las demás que siguieron, se mostró con una actitud tajante, respondiendo las oraciones más simples y cortas.

### 7.4.3 Importancia de la ciencia

Para este apartado de la entrevista, con objeto de indagar la importancia que otorga el docente a la ciencia en el mundo actual, y poder hallar elementos de la **naturaleza de la ciencia**; las preguntas que fueron aplicadas a los profesores permitieron detectar diversos hallazgos. Entre estos se encuentra que los profesores consideran que la importancia de la ciencia ha ido creciendo, pero sin embargo algunos de ellos no creen que a todos los alumnos se les deba impulsar el conocimiento del mundo científico, entre otros motivos porque no tienen las bases o porque no será nunca de su interés formarse en ello; a lo que el constructivismo desde Serrano y Pons (2011) sostiene que un individuo debe imponerse al mundo real en que vive, por lo que para adquirir experiencia en ello como una base fundamental para adquirir conocimiento, el estudiante debería inmiscuirse en la comprensión de la ciencia tan relacionada con el mundo actual.

Además Piaget e Inhelder presentaron que los adolescentes se encuentran relacionados a un pensamiento complejo, que requiere el dominio de conceptos científicos (Towne, 2009); a lo que justifica en cierta manera lo declarado por los profesores que indican la falta de bases y conocimiento previo relacionado a la ciencia, para poder comprender y así adquirir uno nuevo.

Rodeados de ciencia y tecnología en demasiados ámbitos de la vida actual, se puede citar a Bruner quien llama el discurso de las ciencias a la modalidad de construcción del conocimiento y representación de la realidad del pensamiento lógico-científico, lo que lleva a una explicación de las causas de los eventos y objetos del mundo (Camargo & Hederich, 2010); algunos de los profesores sostienen el deber comprender por parte de los individuos, el impacto de la ciencia en la vida que nos rodea, así como la función de los avances para posiblemente despertar el interés por la ciencia. Aun así, hay también un profesor que no concuerda totalmente, y por el contrario opina que la ciencia no afecta a todos los individuos, mediante el argumento de que el vivir lejos de la civilización urbana le permite a un individuo vivir alejado de la ciencia.

La ciencia forma parte del contexto de cada individuo, no únicamente de los alumnos, y la importancia que tiene éste como una raíz para la creación del

conocimiento es imperativa; debido a que habrá una interacción entre la realidad como contexto exterior y las disposiciones internas del sujeto, como se afirma de acuerdo a Vygotsky (Sendino, 2017).

En cuanto a la importancia de la alfabetización científica de toda la sociedad, todos los profesores manifestaron estar en concordancia de ello, y del impacto que puede causar esto, al menos esto último por parte de un docente, aunque no lo sostienen con suficientes y válidos argumentos.

#### **7.4.4 Estrategias de enseñanza y aprendizaje**

Existe una diversidad de estrategias de enseñanza y aprendizaje en el área de ciencias, pero las metodologías y los enfoques del constructivismo actual incluyen lenguaje total, enseñanza de estrategias cognitivas, enseñanza apoyada, enseñanza basada en alfabetización, descubrimiento dirigido y otras (Chadwick, 1999., pp. 465). La variedad de estos permite como lo detectan los profesores estudiar la manera de presentar una temática en clase, en base a sus características.

Sin embargo no solo depende de las características de la temática, sino de otras características implicadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como lo es el contexto. Las estrategias de enseñanza y aprendizaje correctas para el contexto, permitirían desarrollar habilidades de un pensamiento complejo, que de acuerdo a Piaget son capaces para la edad en que se encuentran; de esta manera ejercicios de secuencia experimental o investigaciones tienen la capacidad de incrementar en los alumnos habilidades para imaginar las posibilidades a una situación, comprendiendo las hipótesis transformadas a la situación real; pero los profesores no han indicado llevar a cabo suficientes actividades de este tipo.

Debido a que los profesores no llevan a cabo continuamente actividades como las mencionadas, entre otras cosas por motivos que se deben a la escasez de laboratorios y otros recursos, será más complejo que el aprendizaje gradual tenga características que permita a la mente del estudiante adquirir un significado, que es lo que garantizaría la adquisición, asimilación, y retención del contenido que se ofrece al alumno (Pozo, 1989).

La falta de recursos que fue mencionada por los profesores, ha llevado a algunos de ellos a recurrir a indagar en la búsqueda de actividades prácticas que se adecúen a las necesidades específicas de su contexto; ellos reconocen la importancia de este tipo de actividades, que de acuerdo a Jerome Bruner la indagación en la ciencia consiste en llevar a cabo experimentación e indagación de los fenómenos naturales con aprendizaje por descubrimiento (Balim, 2009).

El papel de los profesores en la guía del aprendizaje de ciencia de los alumnos es crucial, Bruner destaca que cualquier individuo tiene la voluntad de aprender, y ésta debe ser empleada en tales actividades que aumenten la curiosidad y direccionen a los estudiantes a estudiar y descubrir conocimiento; además Vygotsky afirma que el aprendizaje es mediado por el uso de herramientas prácticas o la manipulación de objetos, los signos y herramientas creadas artificialmente o simuladas tienen igualmente influencia sobre el individuo mismo y los otros; las herramientas referidas según Vygotsky no sólo son simbólicas sino también físicas (Towne, 2009).

Aunque a los profesores les preocupen los conocimientos previos con que cuenta el estudiante, éstos cuentan ya con la capacidad cognitiva. Los pensadores formales son capaces de manipular conceptos intelectualmente, integrándolos en universalizaciones generales, o llevando esas generalizaciones a sus principios básicos (Towne, 2009); son capaces de lidiar con problemas de razonamiento complejo; desarrollan la habilidad de imaginar las muchas posibilidades respecto a una situación, comprendiendo proposiciones hipotéticas, y compensando mentalmente por transformaciones en realidad. Por lo que diversas estrategias pueden ser empleadas para fomentarlo.

### **7.5 Análisis general de instrumentos**

Después de mostrar los resultados de los instrumentos aplicados, es importante mostrar la relación que existen entre éstos, en la Figura 15 se puede observar la relación que existe entre las categorías de cada uno de los instrumentos, así como la relación que mantienen con algún componente de la alfabetización científica para añadir más claridad a la razón de su aplicación. Como fue declarado en el

apartado del marco conceptual, se retoma una definición de la alfabetización científica que divide a ésta en dos componentes centrales, por una parte el conocimiento de conceptos y teorías, y además de ello se encuentra la Naturaleza de la Ciencia, enfocada en la comprensión del mundo científico y su relación con la sociedad, entre otros elementos.

Dirigido hacia el primer componente de la alfabetización científica, se presenta en manera introductoria dentro del marco contextual, datos que son indicativos del desempeño en el área de ciencias que tuvieron los estudiantes a lo largo de los tres años de su educación secundaria; las calificaciones que fueron base para tal desempeño, reflejan el conocimiento que poseen dichos sujetos en cuanto al área teórica de ciencias, entre otros aspectos de la misma. Igualmente hacia este componente, durante la entrevista se identifican aspectos que permiten vislumbrar la importancia que los docentes le otorgan, así como acciones que llevan a cabo con objeto de lograr que dicho conocimiento sea adquirido por los estudiantes.

Por otra parte, la evidencia encontrada durante el análisis de contenido realizado al Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017) de la SEP, que refieren a las distintas finalidades de la alfabetización científica de acuerdo a la categorización de Acevedo (2004); muestra acciones dirigidas a generar, entre otros objetivos, conocimiento científico básico de teorías y conceptos, lo que igualmente refiere al primer componente de la alfabetización científica.

Respecto a ello, por ejemplo, se puede observar a la primera finalidad de la alfabetización científica, la propedéutica, que tiene como principal meta el proseguir con estudios científicos, lo que permite inferir que para ello se debe preparar a los estudiantes con las suficientes bases teóricas para que puedan alcanzar a comprender el material de ciencias posterior. Desde la teoría del cambio conceptual de Strike y Posner (Lynn, 2016), se sostiene que el conocimiento previo es un factor de suma importancia para el aprendizaje de las teorías científicas, y es indispensable para que ocurra el cambio conceptual.

Por esto mismo es que las demás finalidades de la alfabetización científica descritas por Acevedo (2004), al igual que la propedéutica, que fueron halladas

en el Programa de Ciencias mencionado, sugieren aspectos que corresponden a ambos componentes de la alfabetización científica, ya que puede identificarse que el componente de la naturaleza de la ciencia es dependiente en gran parte del primero que corresponde al conocimiento teórico científico; esto debido a que sin la adquisición y comprensión de este último no sería posible desarrollar un conocimiento de la naturaleza de la ciencia.

Por esto mismo la comprensión del material básico de ciencias, es imperativa para que suceda en la mente del estudiante el aprendizaje significativo, y de esta manera adquiera un conocimiento científico que le permita, desde la perspectiva de Moreira (2005), formar parte de su cultura y no ser subyugado por la misma; esto refleja también la necesidad de una preparación en lo que refiere al segundo componente de la alfabetización científica, y la conexión entre ambos.

Ésta vinculación entre los dos componentes de la alfabetización científica, en términos de Díaz Barriga (2006), tiene que ver con la misma vinculación orgánica que debe existir entre la escuela y la vida, quien sugiere que los modelos educativos deben centrarse en las particularidades y necesidades del individuo aprendiz, además del marco de la sociedad y la cultura en la que este se desenvuelve.

De esta manera, elementos que muestran información dirigida hacia el componente denominado naturaleza de la ciencia, se encuentran en los tres instrumentos empleados durante la investigación; en primer lugar, si se observa la descripción de las finalidades que se buscaron en el Programa de Ciencias, puede identificarse que se encuentran muy ligadas a lo que este componente refiere. Nuevamente recurriendo a palabras de Díaz Barriga (2006), quien sostiene:

“[...] el aprender y el hacer son acciones inseparables, y que la educación que se ofrece en las escuelas debiese permitir a los estudiantes participar de manera activa y reflexiva en actividades educativas propositivas, significativas y coherentes con las prácticas relevantes en su cultura.” (p. 15)

Así coincidiendo con la autora, las finalidades buscadas en base a Acevedo (2004), pretenden entre otros objetivos del Programa de Ciencias de la SEP, que el estudiante sea capaz, con bases suficientes de conocimiento científico, de tomar decisiones de la vida diaria y de asuntos públicos tecno-científicos, así como para entender la ciencia como cultura (que involucra elementos de valores y creencias).

En segundo lugar se tiene el cuestionario SUSSI aplicado a estudiantes y docentes, y el cual en su elaboración fue dirigido hacia lo que es la investigación científica, y la naturaleza de la ciencia como la epistemología de la misma, los valores y creencias relacionados al conocimiento científico y su desarrollo; es decir que mediante las seis dimensiones que conforman el instrumento se identifican elementos que tienen relación con el segundo componente de la alfabetización científica. Ya que pretende, entre otros objetivos, que comprendan como se desarrolla el conocimiento científico, así como la naturaleza del mismo, la influencia de la sociedad y la cultura en la investigación científica, y factores del científico como su imaginación y creatividad.

Estas dimensiones del cuestionario presentan elementos que se relacionan con los elementos teóricos base de esta investigación, como la influencia social y cultural sobre la generación de conocimiento, desde la cual se puede citar la teoría Vygotskiana que sostiene que las relaciones sociales acompañan todas las funciones mentales superiores, y por tanto el contexto juega un papel fundamental al ser la raíz de los esquemas propios construidos por cada individuo a partir de su realidad (Sendino, 2017).

Nuevamente recurriendo a palabras de Díaz Barriga (2006), quien sostiene que “el conocimiento es situado, es parte y producto de la actividad, del contexto y de la cultura en que se desarrolla y utiliza. (p. 15)”. Así Schön (1992) considera que aprender haciendo es una forma de iniciación disciplinada al planteamiento y resolución de problemas de producción y actuación.

Desde una perspectiva constructivista sociocultural, se asume que el alumno se acerca al conocimiento como aprendiz activo y participativo,

constructor de significados y generados de sentido sobre lo que aprende, y que, además, el alumno no construye el conocimiento de manera aislada, sino en virtud de la mediación de otros, y en un momento y contexto cultural particulares, con la orientación hacia metas definidas. (Díaz Barriga, 2006, p.14)

Por esto, los estudiantes mediante un pensamiento reflexivo es que se conducen hacia la adquisición de una actitud científica reflexiva; lo que los acercaría más al logro de una alfabetización científica. Empleando al mismo tiempo, como es característico de la producción de conocimiento científico, la imaginación y creatividad; mediante la construcción de su propio conocimiento se incentiva y potencializa la creatividad e inferencia, que va ligado al razonamiento complejo desde el cual se desarrolla la habilidad de imaginar distintas posibilidades de una situación, comprendiendo las hipótesis y las transformaciones hacia la realidad (Towne, 2009; Camargo & Hederich, 2010).

En tercer lugar, en la entrevista aplicada a los docentes, los apartados de la importancia de la ciencia, y el correspondiente a las estrategias de enseñanza y aprendizaje que aplican durante la impartición de sus clases; arrojan datos que como parte de la naturaleza de la ciencia, corresponden a la relación de la ciencia y la sociedad, la importancia de la ciencia en el mundo actual y su impacto en el mismo, así como la función de la ciencia y lo que ésta conlleva.

Además de haber descrito acerca de la individualidad de los instrumentos, debe hacerse notar que entre ellos existen coincidencias y semejanzas que los relacionan entre sí, y con ambos componentes de alfabetización científica. Algo de ello ha sido resaltado con el uso de líneas intermitentes de color rojo en la Figura 15 para conectar ciertos elementos.

Para finalizar el apartado de análisis de los resultados, se debe mencionar que, lo que permitió una triangulación exitosa de los instrumentos fue la estrecha relación que existe entre ellos; en el análisis de documentos, que refiere al Programa de SEP utilizado en la clase de ciencias, se observan en éste elementos de ambos componentes de la alfabetización científica, a través de las finalidades de la

misma y en dónde además se puede también ver que en la individualidad de las finalidades rescatadas de Mannassero (2004), algo que puede catalogarse como perteneciente al segundo componente de la alfabetización científica, igualmente se relaciona con el primero. Por otra parte, elementos que se describen como estas finalidades de la alfabetización científica se relacionan con las categorías del cuestionario SUSSI, y también coincide con apartados de la entrevista.

En resumen puede indicarse que lo anterior descrito se debe a la naturaleza misma del concepto de alfabetización científica que pretende que cada individuo sea capaz de comprender la conexión de la ciencia y la vida. En palabras de Frida Díaz B. (2006):

Desde la perspectiva del sujeto que aprende, la adopción de un enfoque de enseñanza situada recupera y amplía algunos de los principios educativos del constructivismo y la teoría del aprendizaje significativo. Aquí se establece la importancia que tiene el uso funcional y pertinente del conocimiento adquirido en contextos de práctica apropiados, pero sobre todo la sintonía de dicho conocimiento con la posibilidad de afrontar problemas y situaciones relevantes en su entorno social o profesional.  
(p.21)

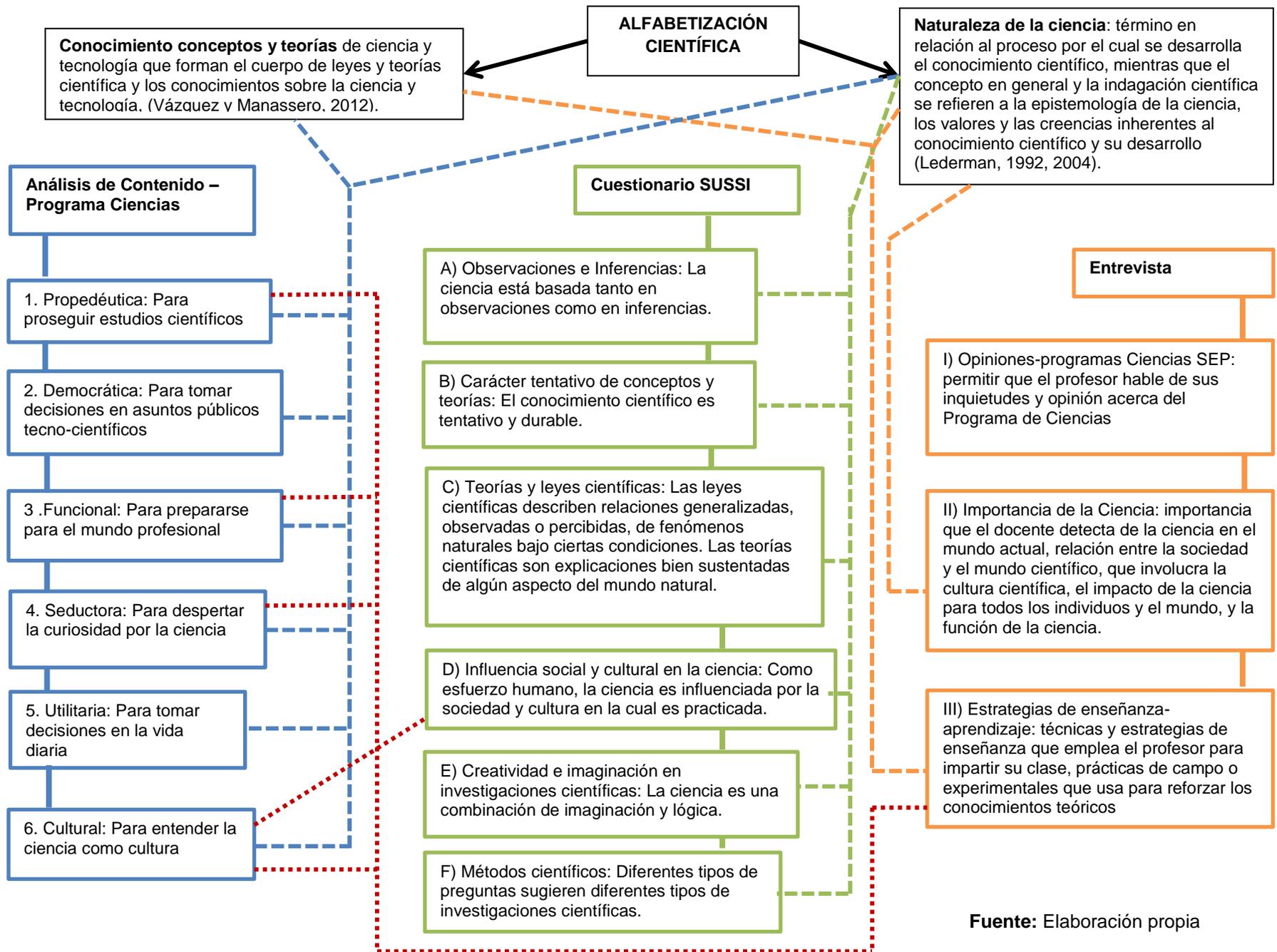


Figura 15. Instrumentos de la investigación y su relación

## **VIII. CONCLUSIONES**

En este apartado se presentan las conclusiones obtenidas a partir de la investigación llevada a cabo como un diagnóstico de la alfabetización científica promovida en alumnos de secundarias públicas, habiendo elegido a individuos provenientes de dos escuelas en la modalidad de un estudio de caso; para indagar cómo está siendo fomentada ésta en el aula mediante las clases de ciencia. Los hallazgos fueron obtenidos a partir de instrumentos, como indicadores de los dos componentes que forman parte de la conceptualización retomada de alfabetización científica.

A partir de ello se pudieron obtener valores respectivos a las nociones que poseen tanto docentes como estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia, y la investigación científica, así como se detectaron los objetivos pretendidos por la aplicación del Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017) de la SEP como parte de una alfabetización científica, igualmente la entrevista arrojó información que sugiere la importancia que otorgan a la ciencia los docentes, así como algunas prácticas que llevan a cabo en el aula para impartir y fortalecer el conocimiento científico encaminado también a la alfabetización científica; en conjunto con datos recolectados acerca del desempeño de los estudiantes a lo largo de su educación secundaria, en el área de ciencias.

Así mediante tales hallazgos, se pudieron crear conclusiones generalizadoras que resumen los aportes principales de la investigación llevada a cabo durante el curso de la Maestría en Ciencias de la Educación en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, al igual que se describen algunas recomendaciones con el propósito de contribuir a la reflexión y mejora de las prácticas educativas en las aulas de ciencias en las escuelas secundarias públicas donde fue llevado a cabo el estudio, y aquellas que puedan encontrar similitud con el contexto investigado.

### **8.1. Conclusiones**

Con el propósito de diagnosticar la alfabetización científica que caracteriza a los estudiantes de la escuela secundaria, y principalmente por la naturaleza de estar compuesta por distintos componentes, la investigación fue una tarea a la que no le

bastaba un solo instrumento, por ello mismo una investigación de corte mixta con la aplicación de tres diferentes instrumentos, tanto cuantitativos como cualitativos; fue necesaria para lograr un diagnóstico más acertado.

La enseñanza de las ciencias a partir de los nuevos retos planteados como la alfabetización científica, ha sumado a los desafíos previos otros que involucran desarrollar en los estudiantes nuevas habilidades, aptitudes y valores acerca de la ciencia y su relación e importancia con la sociedad actual. Este mismo proceso de enseñanza- aprendizaje depende de diversos factores involucrados, desde los individuos que son tanto docentes y alumnos, así como los diversos recursos económicos, humanos, materiales; al igual que el contexto que rodea a la escuela y al individuo.

Uno de los recursos que son dispuestos por parte de la SEP al alcance de los docentes para llevar a cabo su actividad, en la clase de ciencias en el nivel educativo de secundaria en particular, es el Programa de Ciencia y Tecnología (2017), el cual fue analizado y ha demostrado tener como propósito promover en los estudiantes una alfabetización científica con adquisición de capacidades generales y fundamentales, tanto las correspondientes del mundo científico, como aquellas para desenvolverse día a día en una sociedad que requiere urgentemente una cultura científica de calidad. Es por esto que esperando tal resultado para la presente investigación se decidió en un inicio emplear el concepto de alfabetización científica, a pesar de que el programa de este nivel académico no hace su mención literal, pero que sin embargo en cambio con otras palabras si la está empleando; aunado al hecho de que a nivel internacional es un concepto cada vez más empleado, y en México ha sido reemplazado.

Los docentes, así como los estudiantes como otro par de los factores involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, son piezas clave; ambos mostraron, a través del cuestionario, poseer una falta de visión informada acerca de elementos de la naturaleza de la ciencia e investigación científica, los cuales son parte importante de la alfabetización científica. En particular respecto a los estudiantes, se observó que el conocimiento que tienen acerca de la ciencia es muy disperso, tal comentario se debe al hecho existente que demuestra que ellos pueden poseer

una visión informada acerca de un elemento, pero en otro de ellos tener una visión ingenua.

La brecha que existe entre aquellos estudiantes que presentaron una visión ingenua, de aquellos que poseen una visión informada es aún grande; aunado al hecho que a través del cuestionario se puede percibir una dificultad por expresar de manera escrita argumentos relacionado a cuestiones relacionadas a la ciencia. Esto fue indistinto al origen escolar de los estudiantes, ya que no existen diferencias marcadas en los resultados por escuela y género; haciendo énfasis en esto último confirmando que el estereotipo de científicos del género masculino es cuestión del pasado.

En general la opinión que se percibió en los sujetos de estudio fue que siguen creyendo que la investigación científica se remite a las ciencias exactas, donde existe un único método universal, y que además todo debe ser objetivo de una manera donde no hay cabida para la imaginación y creatividad en la mente del científico, así como tampoco puede haber influencia de la sociedad y cultura. La falta de destrezas en habilidades de investigación, como lo es la argumentación es evidente, esto se sostiene gracias a las respuestas obtenidas en las preguntas abiertas del cuestionario, y la carencia de estas habilidades básicas puede impedir desarrollar otro tipo de habilidades científicas.

Por parte de los docentes se identificó, desde el cuestionario, una visión en transición en camino a una visión informada; sin embargo al igual que los estudiantes el uso de argumentos como respuesta para las preguntas abiertas sigue siendo escasa. Mediante la entrevista se detectó una carencia de importancia hacia la ciencia, con una falta de claridad en las ideas acerca de lo que significa la enseñanza de las ciencias hoy en día, además de una actitud que devela una inconformidad hacia las prácticas sugeridas por el programa mencionado, debido a la falta de recursos materiales y también por la actitud de indiferencia por el aprendizaje por parte de la mayoría de estudiantes; siendo que la mayoría de los docentes, por la circunstancia mencionada que les impide llevar a cabo las prácticas sugeridas por el programa, tampoco indagan en otro tipo de

prácticas que les sea posible realizar con los recursos a su alcance, y que tengan la capacidad para reforzar los conocimientos teóricos de ciencia presentados.

Es de preocupación notar la visión desinteresada que aún existe en la mentalidad estudiantil, e incluso de algunos docentes, ya que sigue persistiendo una visión tradicionalista y alejada de la realidad de lo que involucra la ciencia en la sociedad y su relación con el mundo actual; es por ello que debe destacarse el extenso camino que queda por recorrer para que sea alcanzado aquel conocimiento relacionado a la Naturaleza de la ciencia, y que en conjunto con un buen conocimiento teórico lleve a lograr una alfabetización científica.

La situación variable de contextos y recursos para cada modalidad de escuela, y entre cada una de ellas aún de la misma modalidad, hace que el docente sea destacado aún más como una pieza clave para llevar a cabo con satisfacción el proceso de enseñanza-aprendizaje; en el área de ciencias, es necesario que ellos sean conscientes por completo del entorno y contexto de cada estudiante, para que sean capaces de indagar aquellas estrategias que les permitan a los estudiantes desarrollar habilidades científicas que los acerquen a adquirir una alfabetización científica. Por ello es imperioso se brinde a los docentes de ciencias una formación inicial y permanente que les provea de las herramientas que necesitan para perfeccionar su tarea, así como el apoyo, acompañamiento y asesoría por parte de sus autoridades.

Respecto a la pregunta general de investigación que fue la razón principal del proyecto, puede indicarse que la alfabetización científica está siendo cultivada en los estudiantes, principalmente mediante la transmisión de conocimientos, lo que refiere al primer componente de la misma; sin embargo al encontrarse aún en transición la visión sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los estudiantes, se requiere de mayor trabajo que fortalezca esta segunda área de la alfabetización científica.

Por ende el objetivo general de investigación ha sido cumplido al haber examinado cada uno de los componentes de la alfabetización científica en los estudiantes, en primer lugar se indagaron los conocimientos sobre ciencia, que corresponden al primer componente, a través de su historial de calificaciones en

las materias de ciencias a lo largo de toda su educación secundaria; y en segundo lugar, que corresponde a la naturaleza de la ciencia, se conocieron las nociones respecto a la investigación científica y naturaleza de la ciencia mediante el cuestionario aplicado a los mismos estudiantes. Aunque como se ha sostenido en párrafos anteriores, queda aún mucho trabajo por realizar para tomar en cuenta diferentes factores del contexto que toman juego al analizar la alfabetización científica.

Respecto a los objetivos específicos, el primero fue respondido a través de los resultados del cuestionario SUSSI, donde se identificaron las nociones de estudiantes y docentes respecto a la naturaleza de la ciencia; y lo que indicó una deficiencia de ésta en ambos, aunque más marcada en los estudiantes. Esto relacionado al segundo objetivo específico logrado que pretendió identificar las estrategias que son empleadas por los docentes para fomentar la alfabetización científica, que muestra la falta de estrategias dinámicas que estén direccionadas a la obtención de nociones de la naturaleza de la ciencia, y por ende lo que conlleva a una falta del desarrollo de la misma en los estudiantes y una falta de interés por la ciencia.

En resumen puede sostenerse, con base en la evidencia presentada como parte de esta investigación, que la alfabetización científica de acuerdo a su conceptualización y como es pretendida por el Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017) sigue siendo un reto por cumplir, para que estudiantes mexicanos se encuentren más a la vanguardia y estén adecuadamente preparados con competitividad ante los retos que a diario convergen en relación a la ciencia.

En un marco global se puede observar la tendencia en el ramo de la educación que se está presentando en materia de Ciencias, imponiendo a la alfabetización científica como una imperativa necesidad en toda la ciudadanía de todos los niveles sociales; por lo que el objeto de estudio aportará a la producción de conocimiento que beneficiará desde los cuerpos de investigación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, hasta un marco nacional e internacional en torno a ésta temática vigente actualmente.

## 8.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que son presentadas en este apartado van dirigidas a diversos actores, en primer lugar a las autoridades educativas de las escuelas que participaron en esta investigación y sus docentes, así como otras autoridades o personas interesadas en la enseñanza de ciencias en general, o la alfabetización científica en particular. En segundo lugar se plantean sugerencias hacia investigadores, para que esta información sirva de semillero o parte aguas con objeto de que se lleven a cabo más estudios que ayuden a contribuir al área temática, y se genere conocimiento acerca de la situación de la alfabetización científica en el país México.

En la práctica escolar, es necesario que los docentes que se encuentran a cargo de asignaturas relacionadas a las ciencias naturales, enriquezcan su formación permanente para actualizarse y adecuarse a las necesidades sociales que requieren ciertas características en la formación de los estudiantes; así como deben procurar mantener una actitud reflexiva, que les permita promover prácticas de enseñanza que fomente en ellos un pensamiento científico. Igualmente deben ser sujetos que siembren un interés por la ciencia, contribuyendo con adecuaciones a su contexto con proposiciones como prácticas experimentales acorde a las características de sus alumnos.

Es imperativo que las autoridades educativas de las escuelas participantes, y otras escuelas interesadas en la investigación, deban estar más dispuestas a tener las completamente útiles las instalaciones que son necesarias para llevar a cabo una adecuada impartición de clases de ciencias naturales, de esta manera los recursos materiales que son requisito no serán impedimento o justificación para que el proceso de enseñanza- aprendizaje no se lleve a cabo con las finalidades pretendidas.

Para investigadores que se dedican a la misma línea de estudio, como primera sugerencia se propone que lleven a cabo un trabajo más profundo, de manera que se tomen en cuenta más elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje, y de su contexto; ello con objeto de que puedan ser hallados en cierto punto los motivos de rezago en educación científica, y propuestas que puedan solucionar

los mismos. Así como también es preferente llevar a cabo investigaciones de mayor extensión temporal que permitan considerar una trayectoria educativa de ciencias, con el objetivo de generar un conocimiento más enriquecedor.

## IX. REFERENCIAS

- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. (2004). Learning as conceptual change: factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810.
- Acevedo, J., Vázquez, Á., & Manassero, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- Albornoz, M. (2011). Presentación. En C. Polino, *Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos* (pág. 286). Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Álvarez Álvarez, C., & San Fabián Maroto, J. (2012). *Gazeta de Antropología*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10481/20644>
- Alvira Martín, F. (2011). *La encuesta: una perspectiva general metodológica*. Madrid, España: Consejo Editorial de la Colección de Cuadernos Metodológicos.
- Amadio, M., Opertti, R., & Tedesco, J. (2015). *El currículo en los debates y en las reformas educativas al horizonte 2030: Para una agenda curricular del siglo XXI*. Ginebra: UNESCO Oficina Internacional de Educación.
- Archila, P. (2015). Uso de conectores y vocabulario espontaneo en la argumentación escrita: aportes a la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(12), 402-418.
- Arias, N., & Flórez, R. (2011). Aporte de la obra de Piaget a la comprensión de problemas educativos: su posible explicación del aprendizaje. *Revista Colombiana de Educación*(60), 93-105.
- Balim, A. (2009). The Effects of Discovery Learning on Students' Success and Inquiry Learning Skills. *Egitim Arastirmalari-Eurasian Journal of Educational Research*, 35, 1-20.

- Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 5-20.
- Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Innovación y experiencias educativas*(40), 1-11.
- Barriga Arceo, F. D. (2006). *Enseñanza Situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill Interamericana.
- Bennassar Roig, A., Vazquez Alonso, A., Manassero Mas, M. A., & García-Carmona, A. (2010). *Ciencia, Teconología y Sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Bennássar, A., Vázquez, Á., Manassero, M., & García, A. (2010). *Ciencia, Teconología y Sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Blancas, J. L. (2017). *¿Qué alfabetización científica se promueve en la educación obligatoria en México? Un análisis de las finalidades educativas*. COMIE (Congreso Nacional de Investigación Educativa), San Luis Potosí.
- Camacho, S., & Pereira, J. (2013). La dimensión procedimental en las competencias extracurriculares: aportes a la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(10), 30-46.
- Camargo , Á., & Hederich, C. (Diciembre de 2010). Jerome Bruner: dos teorías cognitivas, dos formas de significar, dos enfoques para la enseñanza de la ciencia. *Psicogente*, 13(24), 329-346.
- Canales Cerón, M. (2006). *Metodologías de investigación social. Introducción a los oficios*. Santiago, Chile: LOM Ediciones.

- Cebreiro López, B., & Fernández Morante, M. C. (2004). Estudio de casos. En F. Salvador Mata, J. L. Rodríguez Diéguez, & A. Bolívar Botia, *Diccionario enciclopédico de didáctica*. Málaga, Aljibe.
- Chadwick, C. (1999). La psicología del aprendizaje desde el enfoque constructivista. *Revista latinoamericana de psicología*, 31(3), 463-475.
- Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2015). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools: Developing Fundamental Knowledge and Skills*. Estados Unidos de América: Pearson.
- Domenech Casal, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 249-262.
- Flores Camacho, F. (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. D.F.: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Forum, W. E. (13 de Julio de 2017). *World Economic Forum*. Obtenido de <https://es.weforum.org/agenda/2017/07/conocimiento-cientifico-atajos-cognitivos-y-opinion-publica/>
- Franco-Mariscal, A. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 231-252.
- Franco-Mariscal, R. (2016). *Análisis de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de química y su incidencia en la actividad docente del profesorado de bachillerato*. Universidad de Cádiz: Tesis Doctoral.
- Franco-Marsical, A. J., Blanco-López, Á., & España-Ramos, E. (2017). Diseño de actividades para el desarrollo de competencias científicas. Utilización del marco de PISA en un contexto relacionado con la salud. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 38-53.
- Furió, C., & Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. En L. Del Carmen, *La enseñanza*

*y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (págs. 47-71). Barcelona: Horsori.

Gail, M., Rua, M., & Carter, G. (1998). Science Teacher's Conceptual Growth within Vygotsky's Zone of Proximal Development. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 967-985.

García, S. O. (2016). *Alfabetización científica en estudiantes de segundo ciclo básico. Uso de herramientas TIC para complementar un modelo de seguimiento en formación permanente*. Universidad de Chile, Departamento de Educación.

Garmendia, M., & Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live! *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Ciencias*, 2(12), 294-310.

Garriz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Investigación Didáctica*, 28(3), 315-326.

González, C., & Bravo, P. (2017). Qué son y cómo enseñar las "Grandes Ideas de la Ciencia": relatos desde la discusión en torno a una práctica de aula. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 2(54), 1-16.

Guba, E., & Lincoln, Y. (1994). Paradigmas en pugna en la investigación cualitativa. En N. Denzin, & I. Lincoln, *Handbook of Qualitative Research* (págs. 105-117). London: Sage.

Guevara, G. (2014). *Conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los profesores de escuelas secundarias del distrito federal y sus manifestaciones en la enseñanza de las ciencias*. Tesis Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, Facultad de Ciencias, Cd. de México.

Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y Práctica*. Barcelona: Paidós.

- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 5-12.
- Liang, L., Chen , S., Chen, X., Nafiz, O., Dean, A., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2006). Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI): revision and further validation of an assessment instrument. *Annual Conference of the National Association for Research in Science and Teaching (NARST)*. San Francisco, CA.
- Listenik, A. (2016). *Effects of focused literacy techniques on scientific writing skills in the chemistry classroom*. Master of Science, Montana State University, Science Education, Bozeman, Montana.
- Lorente, J. (2017). *Foro Económico Mundial*. Obtenido de Conocimiento científico, atajos cognitivos y opinión pública: <https://es.weforum.org/agenda/2017/07/conocimiento-cientifico-atajos-cognitivos-y-opinion-publica>
- Love, N. (2014). *The effects of teaching the nature of science on higher order thinking skills in a freshmen level physical science high school course*. Montana State University, Science in Education, Bozeman, Montana.
- Lynn, C. (2016). *Scientific Literacy: Teacher conceptual framework in relation to student achievement and attitudes*. Master of Science, Montana State University, Science Education, Montana.
- Lynn, J. (2008). *Measuring Experimental Design Ability: A Test To Probe Critical Thinking*. Bowling Green State University, Graduate College, Ohio.
- Martín, R. B. (2017). Contextos de aprendizaje: formales, no formales e informales.
- Martínez Godínez, V. (2013). Paradigmas de Investigación Manual multimedia para el desarrollo de trabajos de investigación. Una visión desde la epistemología dialéctico-crítica.

- Martínez Godínez, V. L. (2013). *Paradigmas de investigación. Manual multimedia para el desarrollo de trabajos de investigación. Una visión desde la epistemología dialéctico crítica*. Obtenido de [http://www.pics.uson.mx/wp-content/uploads/2013/10/7\\_Paradigmas\\_de\\_investigacion\\_2013.pdf](http://www.pics.uson.mx/wp-content/uploads/2013/10/7_Paradigmas_de_investigacion_2013.pdf)
- Ministerio de Educación de España, Instituto de Evaluación. (2010). *Ciencias en PISA, Pruebas liberadas*. Madrid, España: Secretaría General Técnica, Ministerio de Educación de España.
- Moreira, M. (2010). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Lección Inaugural del Programa de Posgrado en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Instituto de Física, Universidad Federal de Mato Grosso*, (págs. 1-25). Cuiabá.
- Moreira, M. A., & Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia & Educacao*, 9(2), 301-315.
- Munarriz, B. (1992). *Técnicas y métodos en Investigación cualitativa*. Obtenido de Repositorio Universidade Coruña: <http://hdl.handle.net/2183/8533>
- Navarro, M. (2013). Factores explicativos de la alfabetización científica en medio ambiente en estudiantes chilenos. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 2(50), 97-112.
- Navarro, M., & Förster, C. (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 1(49), 1-17.
- Niebla, G. R. (2014). *Conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los profesores de escuelas secundarias del distrito federal y sus manifestaciones en la enseñanza de las ciencias*. Tesis Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, Facultad de Ciencias , Cd. de México.

- Noreña, A. L., Alcaraz-Moreno, N., Rojas, J. G., & Rebolledo-Malpica, D. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *12(3)*, 263-274.
- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). (2010). *2021 Metas Educativas, La educación que queremos para la generación de los bicentenarios*. Madrid: OEI.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2016). *PISA 2015 Resultados Clave*. OCDE.
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P., & De Pro, A. (2012). *11 Ideas Clave, El desarrollo de la competencia científica*. España: Editorial grao.
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, *XV(1)*, 15-29.
- Pérez, D. G., & Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación(42)*, 31-53.
- Polino, C., & Chiappe, D. (2011). Introducción: los jóvenes, las carreras científicas y los dilemas de la educación media. En C. Polino, *Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos* (pág. 286). Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2011.
- Poyato, F., Pontes, A., & Oliva, J. (2017). Los fines de la educación científica y la formación inicial del profesorado de secundaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 28-45.
- Ramos, E. (16 de Agosto de 2016). *Métodos y técnicas de investigación*. Obtenido de GestioPolis: <http://www.gestiopolis.com/metodosytecnicasde-investigacion/>
- Rodríguez, M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. *First Int. Conference on Concept Mapping*. Pamplona.

- Rodríguez, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista electrónica de Investigación e Innovación Educativa y Socioeducativa*, 3(1), 29-50.
- Romo, G. (2008). *El uso de trabajos prácticos por indagación como estrategia para acercar a los alumnos del bachillerato al conocimiento de la naturaleza de la ciencia*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Facultad de Química.
- Rossana, L. (2016). *Scientific Literacy: The effects of incorporating literacy into a high school environmental science classroom*. Montana State University, Science Education, Bozeman, Montana.
- Sabariego del Castillo, J. M., & Manzanares Gavilán, M. (2006). Alfabetización científica. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*, (pág. Mesa 4). México.
- Secretaria de Educación Pública. (2011). *Programa de Estudios 2011 Guía para el Maestro*. México: Dirección General de Desarrollo Curricular (DGDC) de SEP.
- Secretaria de Educación Pública. (2011). *Programa de Estudios 2011 Guía para el Maestro*. México: Dirección General de Desarrollo Curricular (DGDC) de SEP.
- Secretaria de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes Clave para la educación integral, Plan y programas de estudio para la educación básica*. Secretaria de Educación Pública.
- Senar Temel, Senol Sen, & Ösgur Özcan. (2017). Validity and Reliability Analyses for the Nature of Science Instrument Secondary (NOSI-S). *Journal of Baltic Science Education*, 16(3), 429-437.
- Sendino, M. (2017). *Propuesta didáctica para favorecer la alfabetización científica en cuarto de Educación Secundaria Obligatoria mediante el enfoque*

*Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Universidad Internacional de La Rioja, Bilbao.

Senler, B. (2015). Middle School Students-Views of Scientific Inquiry: An International Comparative Study. *Science Education International*, 26(2), 166-179.

Serrano, J., & Pons, R. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1-27.

Soler, E. (2006). *Constructivismo, innovación y enseñanza efectiva*. Caracas, Venezuela: Editorial Equinoccio.

Taylor, S., & Bogdan, R. (1992). Introducción a los métodos cualitativos en investigación. La búsqueda de los significados. España: Paidós.

Tesiny, K. (2016). *How the use of current events in an earth science classroom affects student scientific literacy, content knowledge, and engagement*. Master of Science, Montana State University, Science Education, Bozeman, Montana.

Tinto Arandes, J. (enero-junio de 2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de origen. *Provincia*(29), 135-173.

Towne, F. S. (2009). *Is Adolescence a Critical Period for Learning Formal Thinking Skills? A Case Study Investigating the Development of Formal Thinking Skills in a Short-Term Inquiry-Based Intervention Program*. Dissertation of Doctor of Philosophy, The University of Montana Missoula, MT, Chemistry, Missoula, Montana.

Valdivia, N. (2016). Alfabetización científica en física. El cambio curricular no ha sido suficiente. *Práxis Pedagógica*(18), 71-87.

- Vallés, C., & Arranz, M. (2013). Resultados de una secuencia de enseñanza innovadora para la comprensión de la naturaleza de la ciencia en educación secundaria. *IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS*, (págs. 2957-2962). Girona.
- Vallés, C., & Arranz, M. (2013). *Resultados de una secuencia de enseñanza innovadora para la comprensión de la naturaleza de la ciencia en educación secundaria*. Girona.
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- Yus Ramos, R., Fernández Navas, M., Monsalud Gallardo, G., Barquín Ruíz, J., Sepúlveda Ruíz, M. P., & Serván Nuñez, M. J. (2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas PISA. *Revista de Educación*, 557-576.

## X. ANEXOS

### 10.1 Anexo 1- Cuestionario “Student Understanding of Science and Scientific Inquiry”

Por favor lee cuidadosamente cada declaración, y después indica el grado con el que estás de acuerdo o desacuerdo circulando las letras correspondientes que se encuentran en el lado derecho de cada declaración. (TD=Totalmente en Desacuerdo; D=en Desacuerdo; I=Indiferente o Inseguro; A=en Acuerdo; TA=Totalmente de Acuerdo).

#### 1. Observaciones e inferencias

A. Las observaciones de los científicos del mismo evento pueden ser diferentes debido a que el conocimiento previo de ellos puede afectar sus observaciones. TD D I A TA

B. Las observaciones de los científicos del mismo evento deben ser iguales porque los científicos son objetivos. TD D I A TA

C. Las observaciones de los científicos del mismo evento deben ser iguales porque las observaciones son hechos. TD D I A TA

D. Los científicos pueden hacer diferentes interpretaciones basadas en las mismas observaciones. TD D I A TA

Con ejemplos, explique por qué piensa usted que las observaciones y las interpretaciones de los científicos son las mismas o son diferentes.

#### 2. Carácter tentativo de las teorías científicas / Cambio de las teorías científicas

A. Las teorías científicas están sujetas a constantes pruebas y revisiones. TD D I A TA

B. Las teorías científicas pueden ser reemplazadas por completo por nuevas teorías debido a nueva evidencia. TD D I A TA

C. Las teorías científicas pueden cambiar debido a que los científicos reinterpretan las observaciones existentes. TD D I A TA

D. Las teorías científicas basadas en experimentación precisa no podrán cambiar. TD D I A TA

Con ejemplos explique por qué piensa usted que las teorías científicas cambian o no con el tiempo.

#### 3. Leyes científicas y teorías científicas

A. Las teorías científicas existen en el mundo natural y son descubiertas a través de investigaciones científicas. TD D I A TA

B. A diferencia de las teorías, las leyes científicas no están sujetas a cambio. TD D I A TA

C. Las leyes científicas son teorías que han sido TD D I A TA

comprobadas.

D. Las teorías científicas explican las leyes científicas. TD D I A TA  
Con ejemplos explique la diferencia entre teorías científicas y leyes científicas.

#### 4. Influencia cultural y social en la ciencia

A. La investigación científica no está influenciada por la sociedad o cultura porque los científicos están formados para llevar a cabo estudios puros. TD D I A TA

B. Los valores culturales y las expectativas determinan lo que es desarrollable y aceptable en la ciencia. TD D I A TA

C. Los valores culturales y las expectativas determinan cómo se desarrolla y acepta la ciencia. TD D I A TA

D. Todas las culturas llevan a cabo investigación científica de la misma manera porque la ciencia es universal e independiente de la sociedad y la cultura. TD D I A TA

Con ejemplos explique cómo la sociedad y la cultura afectan o no afectan la investigación científica.

#### 5. Imaginación y creatividad en investigaciones científicas

A. Los científicos utilizan su imaginación y creatividad cuando llevan a cabo la recolección de datos. TD D I A TA

B. Los científicos utilizan su imaginación y creatividad cuando analizan e interpretan los datos. TD D I A TA

C. Los científicos no utilizan su imaginación y creatividad porque se opone a su razonamiento lógico. TD D I A TA

D. Los científicos no utilizan su imaginación y creatividad porque pueden interferir con la objetividad. TD D I A TA

Con ejemplos explique por qué los científicos utilizan o no su imaginación y creatividad.

#### 6. Metodología en investigaciones científicas

A. Los científicos utilizan diferentes métodos para producir resultados fructíferos. TD D I A TA

B. Los científicos siguen el mismo método científico paso por paso. TD D I A TA

C. Cuando los científicos utilizan correctamente el método científico, sus resultados son verdaderos y precisos. TD D I A TA

D. Los experimentos no son los únicos medios utilizados en el desarrollo de conocimiento científico. TD D I A TA

Con ejemplos explique si los científicos siguen un método científico único y universal, o utilizan diferentes métodos.

## 10.2 Anexo 2- Taxonomía Cuestionario SUSSI

**Tabla 19**

*Taxonomía de los puntos de vista acerca de NOS e Investigación científica*

<b>Aspecto</b>	<b>Explicación/Descripción</b>	<b>Ítems</b>
Observaciones e Inferencias	<p>La ciencia está basada tanto en observaciones como en inferencias. Las observaciones son declaraciones descriptivas acerca de fenómenos naturales que son directamente accesibles a los sentidos humanos (o extensiones de esos sentidos), y acerca de los cuales los observadores pueden alcanzar un consenso con relativa facilidad.</p> <p>Las inferencias son interpretaciones de tales observaciones. Las perspectivas de la ciencia actual y los científicos guían las observaciones e inferencias. Múltiples perspectivas contribuyen a validar múltiples interpretaciones de las observaciones.</p>	1A (+); 1B (-); 1C (-); 1D (+)
Carácter tentativo de las teorías científicas	<p>El conocimiento científico es tentativo y durable. El tener confianza en el conocimiento científico es razonable mientras se esté consciente que tal conocimiento puede ser abandonado o modificado a la luz de nueva evidencia, o por la re conceptualización de evidencia y conocimiento previo. La historia de la ciencia revela cambios evolutivos y revolucionarios.</p>	2A (+); 2B (+); 2C (+); 2D (-)
Leyes y teorías científicas	<p>Tanto las leyes y teorías científicas están sujetas a cambio. Las leyes científicas describen relaciones generalizadas, observadas o percibidas, de fenómenos naturales bajo ciertas condiciones. Las teorías científicas son explicaciones bien sustentadas de algún aspecto del mundo natural. Las teorías no se convierten en leyes aún con evidencia adicional, éstas explican las leyes. Sin embargo, no todas las leyes científicas tienen compañía de teorías explicativas.</p>	3A (-); 3B (-); 3C (-); 3D (+)
Influencia cultural y social en la ciencia	<p>El conocimiento científico pretende ser general y universal. Como esfuerzo humano, la ciencia es influenciada por la sociedad y cultura en la cual es practicada. Los valores y expectativas culturales</p>	4A (-); 4B (+); 4C (+); 4D (-)

Imaginación y creatividad en investigaciones científicas	<p>determinan qué y cómo se desarrolla, interpreta y acepta la ciencia.</p> <p>La ciencia es una combinación de imaginación y lógica. Los conceptos científicos no surgen por si solos automáticamente de datos o de alguna cantidad de análisis. Inventar hipótesis o teorías para imaginar cómo funciona el mundo, y posteriormente descubrir cómo pueden ser puestas a prueba en la realidad, es tan creativo como escribir poesía, componer música, o diseñar rascacielos. Los científicos utilizan su imaginación y creatividad a lo largo de sus investigaciones científicas.</p>	5A (+); 5B (+); 5C (-); 5D (-)
Metodología en investigaciones científicas	<p>Los científicos llevan a cabo investigaciones por una variedad de razones. Diferentes tipos de preguntas sugieren diferentes tipos de investigaciones científicas. Diferentes científicos dominan el empleo de diferentes métodos, teorías centrales, y estándares para conocimiento y comprensión científica avanzada. No hay un método científico único y universal de paso a paso que todos los científicos sigan. Los científicos investigan las preguntas de investigación con conocimiento previo, perseverancia, y creatividad. El conocimiento científico se obtiene de una variedad de maneras incluyendo la observación, el análisis, la especulación, la investigación de bibliografía, y la experimentación.</p>	6A (+); 6B (-); 6C (-); 6D (+)

---

Fuente: Elaboración propia

### 10.3 Anexo 3- Resultados del análisis de contenido

**Tabla 20**

*Resultados del análisis de contenido del Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017)*

<b>Finalidades de la AC</b>	<b>FP</b>	<b>Expresiones en Programa de Ciencias Naturales y Tecnología (2017) – Nivel secundaria</b>
<b>Propedéutica:</b> para proseguir estudios científicos	<b>19</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. La educación básica debe inspirar y potenciar el interés y disfrute del estudio (p. 355)</li><li>2. Iniciar a los estudiantes en la exploración y comprensión de las actividades científicas y tecnológicas (p.355)</li><li>3. Desarrollar estrategias de indagación para comprender procesos científicos de construcción de conocimiento (p.356)</li><li>4. Explorar estructura de la materia y del universo desde diversas escalas (p.357)</li><li>5. Demostrar comprensión de las ideas centrales de las ciencias naturales, a partir del uso de modelos, del análisis e interpretación de datos experimentales, del diseño de soluciones a determinadas situaciones problemáticas, y de la obtención, evaluación y comunicación de información científica (p.358)</li><li>6. Explorar la estructura y diversidad biológica y material, desde el nivel macroscópico hasta el submicroscópico, estableciendo conexiones entre sistemas y procesos macroscópicos de interés, sus modelos y la simbología utilizada para representarlos. (p.358)</li><li>7. Explorar modelos básicos acerca de la estructura y procesos de cambio de la materia, para interpretar y comprender los procesos térmicos, electromagnéticos, químicos y biológicos, así como sus implicaciones</li></ol>

---

tecnológicas y medioambientales. (p.358)

8. Favorece la expresión del pensamiento estudiantil (p.359)
9. Vistas a avanzar en precisión y uso del lenguaje científico (p.359)
10. Fortalecer habilidades que formulen preguntas e hipótesis y desarrollen actividades experimentales para ponerlas a prueba (p.359)
11. Desplieguen habilidades para describir, explicar, y predecir fenómenos o procesos naturales que ocurren en el entorno, mediante la investigación (p.362)
12. Estudio de la materia, la energía y las interacciones (p.363)
13. Perspectiva macro, micro y submicro de la naturaleza (p.363)
14. Avanzar en el conocimiento de la estructura interna de la materia, la disposición y el arreglo de sus átomos y moléculas (p.363)
15. Comprensión de las formas de organización de la materia en la conformación de sistemas (p.363)
16. Se propicia la construcción de ideas acerca de los procesos temporales (p.364)
17. Desarrollo de procesos cognitivos de alta complejidad, como inferir, deducir, explicar, argumentar, formular hipótesis y mostrar evidencias (p.366)
18. Orientado a la formación científica básica que favorece la comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica (p.381)
19. Desarrollo de habilidades, actitudes y valores asociados a la actividad científica (p.381)

**Democrática:**  
para tomar

**4**

1. Coadyuvar en la formación de una ciudadanía que participe democráticamente, con fundamentos y

decisiones en  
asuntos  
públicos  
tecno-  
científicos

argumentos en la toma de decisiones acerca de  
asuntos científicos y tecnológicos de trascendencia  
individual y social (p.355)

2. Integrar aprendizajes para explicar fenómenos y procesos naturales desde una perspectiva científica, y aplicarlos al tomar decisiones en contextos y situaciones diversas (p.357)
3. Observar , comparar y medir, clasificar, reconocer patrones, registrar y elaborar argumentaciones coherentes que satisfagan los cuestionamientos (p.359)
4. Bases para posicionarse frente a dilemas éticos implícitos de los beneficios de la ciencia y la tecnología (p.362)

**Funcional:**  
para  
prepararse  
para el mundo  
profesional

**12**

1. Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo (p.355)
2. Adquieran capacidades para la indagación y autorregulación de los aprendizajes (p.355)
3. Desarrollar habilidades argumentativas (p.357)
4. Construcción de habilidades para indagar, cuestionar y argumentar (p.359)
5. Coadyuvar al despliegue de capacidades para trabajar en equipo (p.359)
6. Desarrollar y fortalecer la autonomía estudiantil (p.361)
7. Incrementar la destreza en el uso de materiales y herramientas tecnológicas (p.362)
8. Propiciar saberes funcionales para la vida y suponer bases para nuevos aprendizajes (p.365)
9. Uso extenso y versátil del discurso oral, escrito y gráfico (p.365)
10. Tiempos de reflexión personal y organización de las ideas, reformular o fortalecer argumentos (p.365)
11. Aprender y valorar el aprendizaje colaborativo (p.365)

12. Fortalecer procesos y actitudes en la solución de problemas (p.365)
- Seductora:**                    **5**
- para despertar  
la curiosidad  
por la ciencia
1. Desarrollar nociones y representaciones para plantear preguntas sobre fenómenos y procesos naturales (p.381)
  2. Mantener y ampliar el interés por el conocimiento de la naturaleza (p.357)
  3. Estimular el trabajo experimental, el uso de las TIC y de diversos recursos del entorno (p.360)
  4. Encuentren cauces para sus inquietudes e intereses (p.361)
  5. Estimular la creatividad en el diseño y construcción de objetos (p.362)
- Utilitaria:** para            **19**
- tomar  
decisiones en  
la vida diaria
1. [...] toma de decisiones acerca de asuntos científicos y tecnológicos de trascendencia individual (p.355)
  2. Promoción de la salud y el cuidado del medio ambiente (p.355)
  3. Construir sentido acerca de los fenómenos de la naturaleza (p.355)
  4. Construcción de nociones y representaciones del mundo natural y de cómo funciona la ciencia (p.355)
  5. Fomente la argumentación en los procesos sociales (p.356)
  6. Identificar procesos y desarrollos tecnológicos que son útiles para los humanos, valorar sus beneficios (p.357)
  7. Reconocer la influencia de la ciencia y la tecnología en el medio ambiente, la sociedad y la vida personal (p.358)
  8. Valorar el funcionamiento integral del cuerpo humano, para mantener la salud y evitar riesgos asociados a la alimentación, la sexualidad y las adicciones. (p.358)
  9. Promueve la percepción de la ciencia en un contexto

histórico orientado a la solución de la interacción humana con su entorno (p.358)

10. Comprender sistemáticamente los procesos y fenómenos naturales (p.359)
11. Integrar sus aprendizajes y aplicarlos en situaciones y problemas del entorno natural y social (p.361)
12. Propiciar un tratamiento articulado de las disciplinas científicas y la tecnología en contextos cotidianos y sociales (p.362)
13. Comprensión de la naturaleza e interacciones que tenemos con ella (p.363)
14. Adopción de estilos de vida y consumo sustentables, el uso de fuentes renovables de energía y el desarrollo tecnológico (p.363)
15. Énfasis en que el cuerpo humano contiene sistemas constituidos por órganos, tejidos y células, y que si alguno de ellos falla, el resto del sistema se verá afectado en las funciones vitales y la salud (p.364)
16. Fortalecer toma de decisiones con base en acciones responsables para conservar la salud en interacción dinámica con el medio ambiente (p.364)
17. Hacer patente la **naturaleza de la ciencia** como un proceso social dinámico, con alcances y limitaciones, en constante actualización e interacción permanente con la tecnología (p.366)
18. Promoción de la salud orientada a la cultura de la prevención (p.381)
19. Desarrollo de habilidades para la indagación y la comprensión de fenómenos y procesos naturales (p.381)

**Cultural:** para **20**  
entender la

1. [...] toma de decisiones acerca de asuntos científicos y tecnológicos de trascendencia individual y social

ciencia como  
cultura

(p.355)

2. Contribuyan en la construcción de una sociedad más justa con un futuro sustentable (p.355)
3. Acrecentar el bien de la humanidad y enfrentar los desafíos que implican (p.355)
4. Fomente las actitudes y valores en torno a la relación con la naturaleza y la sustentabilidad (p.356)
5. Desarrollar actitudes y valores hacia la ciencia y la tecnología para reconocerlas como parte del avance de la sociedad (p.357)
6. Identificar procesos y desarrollos tecnológicos que son útiles para los humanos, valorar sus beneficios y promover su uso ético (p.357)
7. Comprender implicaciones medioambientales de los procesos de interacción de los sistemas (p.357)
8. Concebir la ciencia y tecnología como procesos colectivos (p.357)
9. Reconocer la influencia de la ciencia y la tecnología en el medioambiente y la sociedad (p.358)
10. Aplicar conocimientos, habilidades y actitudes de manera integrada, para atender problemas de relevancia social asociados a la ciencia y la tecnología. (p.358)
11. Ciencia escolar útil al desarrollo social, económico y tecnológico del presente (p.359)
12. Favorecer el desarrollo de actitudes y valores que permitan a los estudiantes apreciar los aportes de la ciencia y la tecnología al mejoramiento de la calidad de vida, conocer sus impactos ambientales y su uso ético (p.359)
13. Contribuir a valorar de manera crítica las relaciones entre la ciencia y la sociedad (p.362)

14. Reflexionar acerca de los beneficios de la ciencia y de la tecnología, sus impactos sociales y medioambientales (p.362)
15. Se propicia el análisis de la relación humana con los ecosistemas y la importancia de evitar su deterioro (p.364)
16. Se alienta a reflexionar y a actuar para conservar la integridad eco sistémica (p.364)
17. Puedan relacionar la diversidad biológica con los cambios en el medioambiente, y valorarla por sus funciones reguladoras en las transformaciones de energía y de materia (p.364)
18. Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente (p.381)
19. Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos (p.381)
20. Formación de ciudadanía crítica y participativa en asuntos científicos y tecnológicos de relevancia individual y social (p.381)

---

Fuente: Elaboración propia

#### 10.4 Anexo 4- Frecuencia y porcentaje de puntajes obtenidos por género, en cada dimensión y en resultado general de SUSSI

Se muestra la Tabla 21 correspondiente a los resultados de cada una de las seis dimensiones, y donde se observa la frecuencia (F) de puntaje obtenido por género para el cuestionario SUSSI, así como su respectivo porcentaje (%).

**Tabla 21**

*Frecuencia y porcentaje de resultados obtenidos por género, para cada dimensión*

Dimensión	Observaciones e Inferencias				Carácter tentativo de las teorías científicas				Leyes científicas y teorías científicas			
	Masculino		Femenino		Masculino		Femenino		Masculino		Femenino	
Puntaje/ Género	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.0	2	2.2
<b>2</b>	1	1	0	0	1	1.0	1	1.1	0	0	1	1.1
<b>3</b>	1	1	1	1.1	1	1.0	0	0	1	1.0	0	0
<b>4</b>	7	7.1	3	3.3	3	3.0	3	3.3	1	1.0	0	0
<b>5</b>	3	3.0	4	4.4	1	1.0	2	2.2	2	2.0	3	3.3
<b>6</b>	10	10.1	10	11.1	4	4.0	3	3.3	7	7.1	2	2.2
<b>7</b>	6	6.1	7	7.8	2	2.0	4	4.4	2	2.0	3	3.3
<b>8</b>	18	18.2	18	20.0	7	7.1	7	7.8	6	6.1	5	5.6
<b>9</b>	11	11.1	13	14.4	12	12.1	10	11.1	10	10.1	12	13.3
<b>10</b>	14	14.1	14	15.6	17	17.2	15	16.7	13	13.1	16	17.8
<b>11</b>	14	14.1	8	8.9	24	24.2	23	25.6	19	19.2	13	14.4
<b>12</b>	10	10.1	6	6.7	13	13.1	11	12.2	15	15.2	19	21.1
<b>13</b>	3	3.0	4	4.4	9	9.1	2	2.2	9	9.1	8	8.9
<b>14</b>	1	1.0	2	2.2	2	2.0	6	6.7	6	6.1	5	5.6
<b>15</b>	0	0	0	0	2	2.0	3	3.3	6	6.1	1	1.1
<b>16</b>	0	0	0	0	1	1.0	0	0	1	1.0	0	0

**Tabla 21.** (Continuación)

<b>Dimensión</b>	<b>Influencia social y cultural en la ciencia</b>				<b>Imaginación y creatividad en inv. científicas</b>				<b>Metodología en investigaciones científicas</b>			
	Masculino		Femenino		Masculino		Femenino		Masculino		Femenino	
<b>Puntaje/ Género</b>	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.1
<b>1</b>	1	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.1
<b>2</b>	0	0	1	1.1	0	0	1	1.1	0	0	1	1.1
<b>3</b>	0	0	2	2.2	1	1.0	2	2.2	2	2.0	0	0
<b>4</b>	3	3.0	1	1.1	2	2.0	2	2.2	2	2.0	0	0
<b>5</b>	4	4.0	1	1.1	3	3.0	0	0	2	2.0	1	1.1
<b>6</b>	3	3.0	5	5.6	4	4.0	3	3.3	3	3.0	2	2.2
<b>7</b>	11	11.1	9	10.0	6	6.1	9	10.0	0	0	2	2.2
<b>8</b>	9	9.1	14	15.6	27	27.3	25	27.8	6	6.1	6	6.7
<b>9</b>	14	14.1	15	16.7	18	18.2	21	23.3	13	13.1	8	8.9
<b>10</b>	19	19.2	13	14.4	16	16.2	12	13.3	12	12.1	11	12.2
<b>11</b>	14	14.1	13	14.4	7	7.1	8	8.9	15	15.2	14	15.6
<b>12</b>	3	3.0	6	6.7	6	6.1	2	2.2	12	12.1	24	26.7
<b>13</b>	9	9.1	2	2.2	4	4.0	1	1.1	11	11.1	6	6.7
<b>14</b>	4	4.0	5	5.6	1	1.0	1	1.1	13	13.1	7	7.8
<b>15</b>	1	1.0	1	1.1	0	0	0	0	2	2.0	4	4.4
<b>16</b>	2	2.0	1	1.1	0	0	0	0	2	2.0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Como general, en la siguiente Tabla se muestra la frecuencia y el porcentaje obtenido por género para los puntajes totales del cuestionario en general de las seis dimensiones.

**Tabla 22**  
*Frecuencia y porcentaje de los resultados generales al cuestionario, por género*

	Masculino				Femenino				Masculino				Femenino			
	Puntaje		Puntaje		Puntaje		Puntaje		Puntaje		Puntaje		Puntaje			
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%		
<b>10</b>	1	1.0	-	-	<b>48</b>	3	3.0	-	-	<b>64</b>	2	2.0	3	3.3		
<b>11</b>	-	-	1	1.1	<b>49</b>	2	2.0	-	-	<b>65</b>	3	3.0	4	4.4		
<b>21</b>	-	-	1	1.1	<b>50</b>	1	1.0	-	-	<b>66</b>	4	4.0	5	5.6		
<b>23</b>	1	1.0	-	-	<b>51</b>	3	3.0	3	3.3	<b>67</b>	3	3.0	3	3.3		
<b>26</b>	1	1.0	-	-	<b>52</b>	4	4.0	2	2.2	<b>68</b>	2	2.0	2	2.2		
<b>28</b>	1	1.0	-	-	<b>53</b>	1	1.0	6	6.7	<b>69</b>	4	4.0	3	3.3		
<b>31</b>	1	1.0	2	2.2	<b>54</b>	5	5.1	3	3.3	<b>70</b>	-	-	1	1.1		
<b>34</b>	1	1.0	-	-	<b>55</b>	2	2.0	4	4.4	<b>72</b>	4	4.0	1	1.1		
<b>36</b>	1	1.0	1	1.1	<b>56</b>	2	2.0	3	3.3	<b>73</b>	3	3.0	1	1.1		
<b>39</b>	-	-	3	3.3	<b>57</b>	4	4.0	5	5.6	<b>74</b>	1	1.0	1	1.1		
<b>41</b>	1	1.0	-	-	<b>58</b>	3	3.0	3	3.3	<b>75</b>	2	2.0	-	-		
<b>42</b>	1	1.0	1	1.1	<b>59</b>	2	2.0	4	4.4	<b>77</b>	3	3.0	-	-		
<b>43</b>	1	1.0	1	1.1	<b>60</b>	4	4.0	4	4.4	<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>100%</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>		
<b>45</b>	2	2.0	3	3.3	<b>61</b>	8	8.1	5	5.6							
<b>46</b>	4	4.0	-	-	<b>62</b>	3	3.0	2	2.2							

Fuente: Elaboración propia

### 10.5 Anexo 5- Frecuencia y porcentaje de puntajes obtenidos por escuela, en cada dimensión y en resultado general de SUSSI

Se muestra la Tabla 23 correspondiente a cada una de las seis dimensiones, y donde se observa la frecuencia (F) de puntaje obtenido por escuela para el cuestionario SUSSI, así como su respectivo porcentaje (%).

**Tabla 23**

*Frecuencia y porcentaje de resultados por dimensión para cada escuela*

Dimensión	Observaciones e Inferencias				Carácter tentativo de las teorías científicas				Leyes científicas y teorías científicas			
	Escuela 1		Escuela 2		Escuela 1		Escuela 2		Escuela 1		Escuela 2	
Puntaje/ Escuela	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.2	2	1.9
<b>2</b>	1	1.2	0	0	0	0	2	1.9	0	0	1	1.0
<b>3</b>	1	1.2	1	1.0	0	0	1	1.0	1	1.2	0	0
<b>4</b>	5	5.8	5	4.9	2	2.3	4	3.9	0	0	1	1.0
<b>5</b>	3	3.5	4	3.9	2	2.3	1	1.0	1	1.2	4	3.9
<b>6</b>	5	5.8	15	14.6	1	1.2	6	5.8	6	7.0	3	2.9
<b>7</b>	4	4.7	9	8.7	2	2.3	4	3.9	3	3.5	2	1.9
<b>8</b>	19	22.1	17	16.5	5	5.8	9	8.7	5	5.8	6	5.8
<b>9</b>	9	10.5	15	14.6	12	14.0	10	9.7	7	8.1	15	14.6
<b>10</b>	11	12.8	17	16.5	16	18.6	16	15.5	12	14.0	17	16.5
<b>11</b>	18	20.9	4	3.9	22	25.6	25	24.3	17	19.8	15	14.6
<b>12</b>	7	8.1	9	8.7	12	14.0	12	11.7	14	16.3	20	19.4
<b>13</b>	3	3.5	4	3.9	5	5.8	6	5.8	7	8.1	10	9.7
<b>14</b>	0	0	3	2.9	5	5.8	3	2.9	5	5.8	6	5.8
<b>15</b>	0	0	0	0	1	1.2	4	3.9	6	7.0	1	1.0
<b>16</b>	0	0	0	0	1	1.2	0	0	1	1.2	0	0

**Tabla 23.** (Continuación)

Dimensión	Influencia social y cultural en la ciencia				Imaginación y creatividad en inv. científicas				Metodología en investigaciones científicas			
	Escuela 1		Escuela 2		Escuela 1		Escuela 2		Escuela 1		Escuela 2	
Puntaje/ Género	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.0
<b>1</b>	1	1.2	0	0	0	0	0	0	1	1.2	0	0
<b>2</b>	0	0	1	1.0	0	0	1	1.0	0	0	1	1.0
<b>3</b>	1	1.2	1	1.0	1	1.2	2	1.9	1	1.2	1	1.0
<b>4</b>	1	1.2	2	1.9	4	4.7	0	0	1	1.2	1	1.0
<b>5</b>	3	3.5	2	1.9	2	2.3	1	1.0	2	2.3	1	1.0
<b>6</b>	5	5.8	3	2.9	3	3.5	4	3.9	2	2.3	3	2.9
<b>7</b>	8	9.3	12	11.7	6	7.0	9	8.7	1	1.2	1	1.0
<b>8</b>	7	8.1	16	15.5	25	29.1	27	26.2	5	5.8	7	6.8
<b>9</b>	9	10.5	20	19.4	18	20.9	21	20.4	7	8.1	14	13.6
<b>10</b>	15	17.4	17	16.5	10	11.6	18	17.5	8	9.3	15	14.6
<b>11</b>	12	14.0	15	14.6	5	5.8	10	9.7	11	12.8	18	17.5
<b>12</b>	6	7.0	3	2.9	5	5.8	3	2.9	18	20.9	18	17.5
<b>13</b>	8	9.3	3	2.9	3	3.5	2	1.9	10	11.6	7	6.8
<b>14</b>	6	7.0	3	2.9	0	0	2	1.9	12	14.0	8	7.8
<b>15</b>	1	1.2	1	1.0	0	0	0	0	3	3.5	3	2.9
<b>16</b>	1	1.2	2	1.9	0	0	0	0	1	1.2	1	1.0

Fuente: Elaboración propia

Como general, en el siguiente tabular X se muestra la frecuencia y el porcentaje obtenido por escuela para los puntajes totales del cuestionario en general de las seis dimensiones.

**Tabla 24**

*Frecuencia y porcentaje de los resultados generales obtenidos por escuela*

Puntaje	Escuela				Puntaje	Escuela				Puntaje	Escuela 1				Escuela 2			
	1		2			1		2			1		2		1		2	
	F	%	F	%		F	%	F	%		F	%	F	%	F	%	F	%
<b>10</b>	1	1.2	-	-	<b>48</b>	2	2.3	1	1.0	<b>64</b>	2	2.3	3	2.9				
<b>11</b>	-	-	1	1.0	<b>49</b>	2	2.3	-	-	<b>65</b>	5	5.8	2	1.9				
<b>21</b>	-	-	1	1.0	<b>50</b>	-	-	1	1.0	<b>66</b>	3	3.5	6	5.8				
<b>23</b>	-	-	1	1.0	<b>51</b>	3	3.5	3	2.9	<b>67</b>	2	2.3	4	3.9				
<b>26</b>	1	1.2	-	-	<b>52</b>	2	2.3	4	3.9	<b>68</b>	3	3.5	1	1.0				
<b>28</b>	-	-	1	1.0	<b>53</b>	1	1.2	6	5.8	<b>69</b>	3	3.5	4	3.9				
<b>31</b>	2	2.3	1	1.0	<b>54</b>	4	4.7	4	3.9	<b>70</b>	-	-	1	1.0				
<b>34</b>	-	-	1	1.0	<b>55</b>	2	2.3	4	3.9	<b>72</b>	3	3.5	2	1.9				
<b>36</b>	1	2.2	1	1.0	<b>56</b>	1	1.2	4	3.9	<b>73</b>	2	2.3	2	1.9				
<b>39</b>	1	2.2	2	1.9	<b>57</b>	4	4.7	5	4.9	<b>74</b>	2	2.3	-	-				
<b>41</b>	1	1.2	-	-	<b>58</b>	3	3.5	3	2.9	<b>75</b>	1	1.2	1	1.0				
<b>42</b>	1	1.2	1	1.0	<b>59</b>	2	2.3	4	3.9	<b>77</b>	2	2.3	1	1.0				
<b>43</b>	-	-	2	1.9	<b>60</b>	1	1.2	7	6.8	<b>Total</b>	86	100%	103	100%				
<b>45</b>	2	2.3	3	2.9	<b>61</b>	8	9.3	5	4.9									
<b>46</b>	2	2.3	2	1.9	<b>62</b>	5	5.8	-	-									
<b>47</b>	-	-	2	1.9	<b>63</b>	6	7.0	6	5.8									

Fuente: Elaboración propia

## 10.6 Anexo 6- Resultados de los profesores por ítem en cada categoría

**Tabla 25**

*Resultados de los profesores por ítem en cada categoría*

<b>Observaciones e Inferencias</b>					
	Ítem A	Ítem B	Ítem C	Ítem D	Total
Profesor 1	4	4	4	4	16
Profesor 2	3	1	1	4	9
Profesor 3	3	1	3	3	10
Profesor 4	3	2	3	3	11
<b>Carácter tentativo de las teorías científicas</b>					
	Ítem A	Ítem B	Ítem C	Ítem D	Total
Profesor 1	4	3	3	4	14
Profesor 2	4	4	3	1	12
Profesor 3	3	1	3	1	8
Profesor 4	4	2	2	3	11
<b>Leyes científicas y teorías científicas</b>					
	Ítem A	Ítem B	Ítem C	Ítem D	Total
Profesor 1	1	3	1	3	8
Profesor 2	4	4	4	3	15
Profesor 3	3	3	3	3	12
Profesor 4	4	4	4	3	15
<b>Influencia social y cultural en la ciencia</b>					
	Ítem A	Ítem B	Ítem C	Ítem D	Total
Profesor 1	3	1	1	4	9
Profesor 2	3	1	1	3	8
Profesor 3	3	1	3	1	8
Profesor 4	3	1	2	4	10
<b>Imaginación y creatividad en investigaciones científicas</b>					
	Ítem A	Ítem B	Ítem C	Ítem D	Total
Profesor 1	3	3	4	3	13
Profesor 2	3	3	1	1	8
Profesor 3	1	3	1	3	8
Profesor 4	2	3	2	3	10
<b>Metodología en investigaciones científicas</b>					
	Ítem A	Ítem B	Ítem C	Ítem D	Total
Profesor 1	4	3	3	4	14
Profesor 2	4	1	3	3	11
Profesor 3	1	1	3	3	8
Profesor 4	4	2	2	4	12

Fuente: Elaboración propia

## 10.7 Anexo 7- Ejemplos respuestas de estudiantes para pregunta de cada dimensión

**Tabla 26**

*Ejemplos de respuestas de estudiantes a la pregunta de la dimensión de **Observaciones e Inferencias** del Cuestionario SUSSI*

<b>Dimensión / Pregunta</b>	<b>Visión Ingenua</b>	<b>Visión Informada</b>
<p><b><u>Observaciones e Inferencias</u></b></p> <p>Con ejemplos, explique por qué piensa usted que las observaciones y las interpretaciones de los científicos son las mismas o son diferentes</p>	<p>Pues en cosas que investigan iguales, siempre unos dicen una cosa y otros otra; ya que esto depende a su teoría. (Sujeto SG-067)</p>	<p>Como se sabe, la ciencia se comenzó con la observación, si científicos ven un hecho es lógico que algunos pensarán lo mismo, pero otros pensarán diferente y los científicos desarrollan experimentos con ese hecho para llegar a la verdad (Sujeto TS-033)</p>
	<p>Pues yo opino que deben coincidir, puede que no en todo pero pues lo que ellos descubren ya lo dan como por hecho (Sujeto SG-099)</p>	<p>Serán diferentes porque cada científico tiene diferentes percepciones, diferente conocimiento y diferente forma de trabajar. Sujeto (SG-028)</p>
	<p>Son diferentes porque son diferentes muestras de observación (Sujeto TS-020)</p>	<p>Son las mismas ya que de diferente forma te dan a conocer los métodos que ellos saben hacer. (Sujeto TS-011)</p>
	<p>Porque los científicos tienen explicaciones (Sujeto TS-031)</p>	<p>En una clase de cuento los científicos observan y dialogan sus interpretaciones, algunos científicos piensan diferente a otros por su forma de pensar o su forma de estudio lo cual a veces cambia. (Sujeto TS- 082)</p>
	<p>Porque en las observaciones pueden observar y explicar lo que ven y en las interpretaciones solo interpretan lo que vio el científico yo digo que es lo mismo. (Sujeto SG-047)</p>	<p>Deben ser distintas porque no son robots para estar programados de igual manera, cada uno piensa distinto (Sujeto SG-044)</p>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27**

*Ejemplos de respuestas de estudiantes a la pregunta de la dimensión de **Carácter tentativo de las teorías científicas** del Cuestionario SUSSI*

<b>Dimensión Pregunta</b>	<b>Visión Ingenua</b>	<b>Visión Informada</b>
<p><b><u>Carácter tentativo de las teorías científicas</u></b></p> <p>Con ejemplos, explique por qué piensa usted que las teorías científicas cambian o no con el tiempo</p>	<p>Si cambian porque piensan diferente (Sujeto TS-032)</p>	<p>Con el tiempo pueden cambiar porque hay más tecnología y cada vez hay nuevas maneras de descubrir cosas que antes no se podían saber (Sujeto SG-056)</p>
	<p>No cambia las ciencias son exactas (Sujeto TS-010)</p>	<p>Las teorías científicas cambian con el tiempo, ya que suceden cosas nuevas o se descubren cosas nuevas (Sujeto SG-002)</p>
	<p>Porque debido a la experimentación es que tengan cambios naturales y eso haga que varee la investigación o también el tipo de procedimiento que se lleve a cabo (Sujeto SG-014)</p>	<p>Cambian porque con el tiempo las cosas cambian y pueden alterar lo que dice una teoría con nuevos descubrimientos (Sujeto TS-047)</p>
	<p>Dependiendo de los resultados de su teoría si está correcta o no (Sujeto TS-066)</p>	<p>Porque cada vez surgen diferentes métodos de investigación, y la tecnología también cambia constantemente. (Sujeto TS-025)</p>
	<p>Llegan a cambiar debido a que la sustancia se guarda en un frasco y su contenido puede tener diferentes cosas (Sujeto SG-085)</p>	<p>Algunas cambian con el tiempo o son reemplazadas por otra teoría por nuevo trabajo. (Sujeto TS-062)</p>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28**

*Ejemplos de respuestas de estudiantes a la pregunta de la dimensión de **Leyes científicas y teorías científicas** del Cuestionario SUSSI*

<b>Dimensión Pregunta</b>	<b>Visión Ingenua</b>	<b>Visión Informada</b>
<p><b><u>Leyes científicas y teorías científicas</u></b></p> <p>Con ejemplos explique la diferencia entre teorías científicas y leyes científicas.</p>	<p>Las teorías puede ser no es muy probable y las leyes ya fueron comprobadas (Sujeto SG-021)</p>	<p>Leyes son aquellas que ya existen de manera natural en el mundo, y las teorías son aquellas en las que se hacen suposiciones acerca del tema (Sujeto TS-026)</p>
	<p>Una teoría científica es como hacer una comparación y las leyes son exactamente lo que es. (Sujeto TS-061)</p>	<p>Una teoría es algo que puede ser probable, y una ley es algo que explica cómo funciona algo en la naturaleza del mundo (Sujeto SG-016)</p>
	<p>Las teorías científicas son por ejemplo, hablar de lo que sucedería o sucede al hacer una mezcla. Una ley científica sería por ejemplo aquello que tiene que ser respetado. (Sujeto TS-063)</p>	<p>La teoría es solo una suposición y las leyes son un testimonio casi asegurado (Sujeto SG-028)</p>
	<p>Que la teoría científica son propuestas y las leyes ya son las que están o son (Sujeto SG-006)</p>	<p>Las leyes son la afirmación de la cual no se puede encontrar algo diferente en el mundo y se pone como una ley. Las teorías en cambio son bases de lo que se cree pero puede cambiar. (Sujeto SG-030)</p>
	<p>Una teoría se refiere a creer que lo que se dice es cierto pero sin comprobarse, y las leyes ya se comprobaron (Sujeto SG-085)</p>	<p>Las leyes no se pueden modificar porque son hechos de la naturaleza y las teorías si puede haber muchas de un solo tema son como suposiciones pero también con bases. (Sujeto TS-077)</p>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29**

*Ejemplos de respuestas de estudiantes a la pregunta de la dimensión de  
Influencia social y cultural en la ciencia del Cuestionario SUSSI*

<b>Dimensión Pregunta</b>	<b>Visión Ingenua</b>	<b>Visión Informada</b>
<p><b><u>Influencia social y cultural en la ciencia</u></b></p> <p>Con ejemplos, explique cómo la sociedad y la cultura afectan o no afectan la investigación científica.</p>	<p>Pues la sociedad no afecta la investigación científica, porque se incorpora a ellos para mejorar todo (Sujeto SG-054)</p>	<p>La sociedad afecta a la investigación, pues los científicos también tienen valores y tienen que pensar en los demás. (Sujeto SG-046)</p>
	<p>Creo que no afecta porque una cosa es una investigación y otra lo que tenga que ver en la cultura (Sujetos SG-021)</p>	<p>Pues yo creo que la sociedad y la cultura afectan a la investigación científica pues en cada región y lugar se investiga algo distinto por lo que necesitan o tienen, y como son. (Sujeto SG-019)</p>
	<p>No afecta porque ellos ya tienen un estudio especial para las investigaciones (Sujeto SG-031)</p>	<p>Puede afectar por ejemplo por las creencias religiosas que muchas veces se encuentran en contra frente a la ciencia y el origen de algunos fenómenos que en su disciplina se definen de una forma diferente. (Sujeto SG-068)</p>
	<p>Porque la sociedad opina distinto a la ciencia (Sujeto TS-054)</p>	<p>Afectan porque en cada cultura piensan diferentes cosas y eso incluye a los investigadores (Sujeto SG-094)</p>
	<p>La cultura si afecta a la investigación porque ellos narran otra teoría que no es igual (Sujeto TS-055)</p>	<p>Porque en muchas ocasiones la sociedad y la cultura no están de acuerdo con las investigaciones científicas o simplemente no creen en las palabras y eso los afecta. (Sujeto TS-073)</p>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30**

*Ejemplos de respuestas de estudiantes a la pregunta de la dimensión de **Imaginación y creatividad en investigaciones científicas** del Cuestionario **SUSSI***

<b>Dimensión Pregunta</b>	<b>Visión Ingenua</b>	<b>Visión Informada</b>
<p><b><u>Imaginación y creatividad en investigaciones científicas</u></b></p> <p>Con ejemplos, explique por qué los científicos utilizan o no su imaginación y creatividad.</p>	<p>Los científicos a veces la utilizan y a veces debido a que se afirman de acuerdo a investigaciones, análisis, o tesis en particular (Sujeto TS-062)</p>	<p>Los científicos utilizan su creatividad para así tener una idea de lo que quieren decir (Sujeto SG-055)</p>
	<p>Primero si los científicos si usaran su imaginación pudiéramos curar todas nuestras enfermedades y porque no usan su imaginación su objetivo para descubrir nuevas investigaciones son la observación. (Sujeto TS-027)</p>	<p>Los científicos pueden utilizar su imaginación y creatividad, cuando van a realizar el modelo de que se está investigando, por ejemplo: para la creación del átomo utilizaron su imaginación de manera diferente. (Sujeto SG-034)</p>
	<p>Quizás no la utilizan porque puede cambiar el concepto a definir (Sujeto SG-036)</p>	<p>La utilizan para interpretar sus experimentos pero igual que su pensamiento lógico, para saber de qué trata y demostrar sus datos. (Sujeto SG-022)</p>
	<p>Tienen que sacar resultados coherentes y por esas razones no se utilizan (Sujeto SG-032)</p> <p>No afectan porque las ciencias son hechos explicados e investigados correctamente (Sujeto TS-020)</p>	<p>Si la utilizan porque a base de la imaginación podemos interpretar algo que sucede (Sujeto TS-025)</p> <p>Por ejemplo utilizan su creatividad e imaginación para expresar o explicar lo que descubrieron. (Sujeto SG-093)</p>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31**

*Ejemplos de respuestas de estudiantes a la pregunta de la dimensión de Metodología en investigaciones científicas del Cuestionario SUSSI*

<b>Dimensión Pregunta</b>	<b>Visión Ingenua</b>	<b>Visión Informada</b>
<p><b><u>Metodología en investigaciones científicas</u></b></p> <p>Con ejemplos, explique si los científicos siguen un método científico único y universal, o utilizan diferentes métodos.</p>	<p>Uno porque las ciencia son exactas (Sujeto TS-009)</p>	<p>Los científicos utilizan diferentes métodos porque se basan en muchas cosas diferentes de lo que estudian (Sujeto TS-029)</p>
	<p>Siguen un método universal para guiarse un poco (Sujeto SG-025)</p>	<p>Diferentes métodos ya que algunas veces se necesitan diferentes para obtener un resultado más concreto (Sujeto TS-073)</p>
	<p>El mismo porque les dan los procedimientos para que los sigan al pie de la letra (Sujeto TS-031)</p>	<p>Utilizan diferentes métodos pues todo proceso depende de lo que se va a investigar. (SG-026)</p>
	<p>El método científico es el más concreto ya que empieza por la observación y es lo primero para cualquier cosa (Sujeto TS-012)</p>	<p>Cada científico piensa diferente así como entonces ellos pueden decidir diferentes métodos para obtener el resultado (Sujeto TS-017)</p>
	<p>Utilizan solo uno para ver si obtienen el resultado correcto (Sujeto TS-075)</p>	<p>Al utilizar métodos diferentes para una misma investigación pueden tener resultados más precisos (SG-093)</p>

Fuente: Elaboración propia