



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PEDAGOGÍA

**“SABER PEDAGÓGICO DE LA INDAGACIÓN DE TALLERISTAS
DEL PROGRAMA PAUTA”**

Tesis que para optar por el grado de
Doctor en Pedagogía

Presenta:

Flor de María Reyes Cárdenas

Tutor: Dr. Andoni Garritz Ruiz, Facultad de Química, UNAM

Miembros del comité tutor

Dra. Clara Isabel Carpy Navarro, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

Mtra. Martha Corenstein Zaslav, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

Dra. Leticia Gallegos Cázares, CCADET, UNAM

Dra. Sara Rosa Medina Martínez, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

México. D.F. junio de 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Resumen

Se llevó a cabo una investigación de corte cualitativo para documentar el saber pedagógico de la indagación (SPI) de los responsables de los talleres (talleristas) del “Programa Adopte un Talento” (PAUTA) que se dedica a la enseñanza de las ciencias naturales con niños y niñas en contextos extracurriculares.

Para esta investigación se propone a la indagación como un marco de referencia desde el cual se puede analizar PAUTA, y a partir de este marco se recoge, muestran y documentan las actividades pedagógicas que realizan los talleristas.

La documentación del SPI de los talleristas PAUTA se realizó mediante dos instrumentos¹: un marco de referencia denominado “representación del contenido” (ReCo, pero en este caso con el contenido dado por la Indagación, le llamaremos ReI), que recupera datos escritos mediante un cuestionario; y otra narrativa llamada “inventario” que permite desglosar algunas cuestiones seleccionadas del cuestionario directamente de la acción del tallerista. Para los inventarios se eligieron algunos aspectos relevantes encontrados en una de las preguntas de la ReI y una de las actividades pedagógicas de la indagación.

Como resultados relevantes se estableció la concepción que tienen los talleristas de un taller PAUTA y de indagación; se presentan las actividades pedagógicas que los talleristas consideran que realizan al conducir talleres PAUTA; se generó una ReI de un tallerista prototipo al reunir en una sola representación lo que piensa el grupo de talleristas; se generan dos inventarios a partir de los cuales se creó una clasificación de las intervenciones para la consecución de la pregunta iniciadora; por lo que se identifica y caracteriza un modelo de interacciones que puede ser utilizado para mejorar la enseñanza de la ciencia.

1 JOHN LOUGHRAN, Mulhall, P. y Berry, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice.

Abstract

A qualitative research was conducted to find out the Pedagogical Inquiry Knowing of the workshop experts of the Program Adopt a Talent (Programa Adopte un Talento, PAUTA) that is dedicated to science education with infants in extracurricular context.

PAUTA can be analyzed by the inquiry framework, and from it the pedagogical activities that workshop expert do are collected, shown and documented.

Two instruments were used for the documentation of the pedagogical Inquiry Knowing of the workshop experts: the first is “content representation” (in this case the content is inquiry, for that this will be refer as –pedagogical inquiry knowing) that obtain written data in a questionnaire; and a “*Pedagogical and Professional Experience Repertoire* “PaPER” that allow us to unpacked certain information from the inquiry representation directly from the performance of the workshop experts related to one of the questions and one pedagogical activity.

The most important result shows the PAUTA workshop experts conception of a PAUTA workshop, of inquiry, of the pedagogical activities that they recognize doing. Also, an inquiry representation of a workshop expert prototype was elaborated in a matrix that allows to known what the group of workshop experts thinks.

And finally two PaPERs were created and an interventions´ classification that help in the persecution of the initial question was constructed; so an interaction model is identified and characterized that can be used to improve science education.

Agradecimientos

A Dios, a mi familia y amigos. Pensar en ustedes me hace sentir honrada de estar ante esta gran familia y comunidad de amigos.

Sé que esta culminación de mi trabajo es producto de un aprendizaje generacional al que debo lo que sé y soy.

Por escucharme, aconsejarme y compartir su vida conmigo. Por acompañarme en cada una de mis etapas de elaboración de tesis y por escucharme incontables veces de mis avances, frustraciones y éxitos.



Moni-tos²

² Mónica Reyes Cárdenas, Moni-tos1

Especialmente a Teo mi esposo amado, por su amor, comprensión y apoyo. Gracias por todo este tiempo juntos: ¡Que sea mucho más!

A mis papás, gracias por su tiempo, su cariño y por alentarme en mis decisiones y por acompañarme en el desenlace de ellas y gracias por permitirme compartir mi vida con ustedes.

A Sofía, mi hija hermosa. Gracias por recordarme qué es lo importante en la vida.

A Tania y Mónica, mis hermanas e incondicionales compañeras. Gracias por su apoyo, cariño, tiempo y por compartir su visión de la vida conmigo.

A mi abuelito Otilio y mis abuelitas Tina, Lupita, Mica, a mis padrinos, a mis tíos y tías, a mis primos y primas, a mis sobrinos y sobrinas, a mi cuñado Domingo, a Elvi, a mis suegros, cuñadas y cuñados. Por quererme, acompañarme en la vida y por compartir conmigo su vida.

A mis amigos, mi segunda familia, es un regalo hermoso la vida a su lado.

Al Dr. Andoni Garritz Ruiz me siento muy afortunada de contar con su guía y consejo. Un tutor extraordinario, que me ha hecho crecer como profesionista, como alumna y como persona. Muchas gracias.

A mi comité tutor, por su dedicación y comentarios que ayudaron a generar un mejor trabajo de investigación. Especialmente a la Dra. Leticia Gallegos Cázares y a la Dra. Clara Isabel Carpy Navarro por su compromiso, tiempo, paciencia y por creer en mí. Ha sido invaluable su apoyo.

A la UNAM y especialmente a sus profesores por su visión y su extraordinaria tarea de apoyar en el crecimiento educativo y profesional de miles de mexicanos como yo.

A todos los talleristas PAUTA por el gusto de compartir un tiempo en PAUTA.

A PAUTA especialmente a al Dr. Jorge Hirsch Ganievich y al Dr. Alejandro Frank Hoeflich por creer en mí, por permitirme ser parte de este gran proyecto y por permitirme llevar a cabo la investigación.



Moni-tos³

A todos ustedes, a todos aquellos que han sido, son y serán parte de mi vida. Los quiero mucho.

3 Mónica Reyes Cárdenas, Moni-tos2

Saber Pedagógico de la Indagación De Talleristas Del Programa PAUTA

Tabla de contenido

Resumen

Abstract

Agradecimientos

Presentación

Introducción

Planteamiento del problema

Objetivo de investigación

Justificación e importancia del estudio

1. PAUTA

1.1. Las estrategias principales de PAUTA DF

1.2. Los talleristas

1.3. Los talleres PAUTA: Modelo didáctico

1.4. PAUTA y las actividades para el tallerista

2. La indagación

2.1. La indagación educativa

2.1.1. Dimensión de aprendizaje

2.1.2. Dimensión de enseñanza

2.2. PAUTA e indagación educativa

3. Marco metodológico

3.1. Tipos de conocimiento de un profesor

3.2. El Saber Pedagógico del Contenido

4. Metodología

4.1. Cuestionario: Representación de la Indagación

4.2. Inventarios

5. Resultados y análisis de resultados

5.1. SPI: El cuestionario ReI

5.1.1. Los talleres PAUTA

5.1.2. La indagación

5.1.3. Las actividades pedagógicas para la indagación

5.2. SPI: Los inventarios o PaP-eRs

6. Conclusiones y aporte de la investigación
Referencias consultadas
Anexo 1. Secuencia PAUTA de flotación

Saber Pedagógico de la Indagación De Talleristas Del Programa PAUTA

Índice de Tablas

Tabla 1. Resultados de la prueba ENLACE para ciencias 2008 y 2012.....	4
Tabla 2. Comparativo de los resultados de México para ciencias en la prueba PISA 8	
Tabla 3. Datos de los talleristas de PAUTA DF (T=Tallerista)	25
Tabla 4. Explicación de los momentos PAUTA y definición habilidades para la ciencia	29
Tabla 5. Momentos de un taller PAUTA y las habilidades para la ciencia esperadas para que desarrolle el estudiante.....	32
Tabla 6. Momentos de un taller PAUTA y las actividades a realizar por el tallerista.	35
Tabla 7. Comprensión de la indagación.....	43
Tabla 8. Habilidades para la indagación.	45
Tabla 9. Tipos de indagación.	48
Tabla 10. Actividades pedagógicas relacionadas a la indagación educativa	53
Tabla 11. Habilidades para la ciencia de PAUTA y habilidades para la indagación educativa.....	56
Tabla 12. Relación de actividades para pedagógicas de la indagación educativa y de PAUTA	59
Tabla 13. Indagación guiada y PAUTA	61
Tabla 14. Componentes del conocimiento del profesor	73
Tabla 15. Elementos de los diferentes modelos de conocimiento pedagógico del contenido.	82
Tabla 16. Cuestionario ReCo de investigaciones previas.....	90
Tabla 17. Preguntas del cuestionario ReCo seleccionadas y modificadas	91
Tabla 18. Actividades pedagógicas relacionadas a la indagación.....	91
Tabla 19. Relación de talleristas que respondieron el cuestionario ReI	94
Tabla 20. Datos de los talleristas de PAUTA DF para los inventarios (T=Tallerista)	98

Tabla 21. Datos de los niños participantes para los inventarios	101
Tabla 22. Preguntas abiertas para responder en el ReI.....	104
Tabla 23. Relación de respuestas de la indagación con la comprensión de la misma.	113
Tabla 24. Perfil general de cada tallerista junto con su interpretación de indagación	114
Tabla 25. Actividades pedagógicas seleccionadas por los talleristas.....	116
Tabla 26. ReI “modelo” de los talleristas PAUTA	118
Tabla 27. Importancia de las actividades pedagógicas.....	120
Tabla 28. Dificultades de las actividades pedagógicas.....	123
Tabla 29. Evaluación de las actividades pedagógicas.	126
Tabla 30. Ejemplos y procedimientos de las actividades pedagógicas.	128
Tabla 31. Relación de las principales habilidades a desarrollar en la secuencia de flotación y las actividades pedagógicas.	133
Tabla 32. Base para seleccionar la actividad pedagógica para desarrollar en el inventario.....	134
Tabla 33. Clasificación de intervenciones de talleristas y alumnos	136
Tabla 34. Uso de preguntas de TA a lo largo de construcción	144
Tabla 35. Uso de preguntas de TB a lo largo de construcción.....	151
Tabla 36. Intervenciones generales y entre talleristas.	153
Tabla 37. Intervenciones más usadas por parte de los talleristas en orden decreciente	154
Tabla 38. Equipos de niños para el taller Flotando sí, flotando no	154
Tabla 39. Intervenciones más usadas en cada equipo.	155
Tabla 40. Factores que influyen en la flotabilidad de un objeto: predicciones y conclusiones de los niños	157

Saber Pedagógico de la Indagación De Talleristas Del Programa PAUTA

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Gráfica de los resultados para PISA 2006 de diferentes países con los datos de promedio de aciertos (en ordenadas) y Producto Nacional Bruto (en abscisas).....	6
Ilustración 2. Desempeño en ciencias por niveles para PISA 2009	7
Ilustración 3. Principales estrategias de PAUTA (2008-2010).....	19
Ilustración 4. Guion del taller PAUTA “Flotación”. Extracto de la primera parte. .	33
Ilustración 5. Indagación Educativa: Actores, habilidades y actividades pedagógicas	51
Ilustración 6. Situando el CPC en el conocimiento profesional de profesor, las influencias en la práctica en el aula y los resultados de los estudiantes.	75
Ilustración 7. Matriz ReI para documentar el saber pedagógico de la indagación...	92
Ilustración 8. Cuestionario ReI.....	92
Ilustración 9. Selección del ReI para desarrollar en los inventarios.....	96
Ilustración 10. Extracto de la descripción general de la secuencia de flotación.	100
Ilustración 11. Frecuencia de actividades pedagógicas seleccionadas por los talleristas.....	115
Ilustración 12. Importancia de promover actividades pedagógicas referida a los talleristas.....	121
Ilustración 13. Importancia de promover actividades pedagógicas referida a las actividades pedagógicas	122
Ilustración 14. Dificultades de promover actividades pedagógicas referida a los talleristas.....	124
Ilustración 15. Dificultades de promover actividades pedagógicas referida a las actividades pedagógicas	124
Ilustración 16. Evaluación de las actividades pedagógicas. referida a los talleristas	127
Ilustración 17. Evaluación de las actividades pedagógicas. referida a las actividades pedagógicas	127

Ilustración 18. Ejemplos y procedimientos de las actividades pedagógicas referida al tallerista	129
Ilustración 19. Ejemplos y procedimientos de las actividades pedagógicas referida a las actividades pedagógicas	129
Ilustración 20. Intervenciones utilizadas por TA y TB	152
Ilustración 21. Diagrama de Venn de intervenciones más utilizadas por los talleristas.....	156

Presentación

La educación es un proceso social. La educación no sólo es una
preparación para la vida, es la vida misma

John Dewey⁴

⁴ JOHN DEWEY. My pedagogic creed.

Presentación

Introducción

En noviembre de 1889 los primeros esfuerzos para lograr lo que hoy es “El Programa Mexicano de Educación Básica” fueron gestados en los “Debates del Congreso Nacional de Instrucción Pública”⁵. De acuerdo con Ballín⁶, “en el Congreso de Instrucción se acometió discutir y resolver las cuestiones educativas necesarias para el mejor desarrollo del país con el objetivo central de hacer de la instrucción el factor originario de unidad nacional así como base de toda prosperidad y de todo engrandecimiento”.

Desde ese entonces, la educación básica nacional fue pensada en diferentes niveles: preescolar, básica, y secundaria (que en 1889 se refería a la agrupación de la secundaria y preparatoria actuales) con al menos una de las materias relacionada con las ciencias naturales en cada nivel. La última modificación que compete a este estudio “la Reforma Integral de la Educación Básica”⁷ culminó en 2012 y su objetivo principal fue el aprendizaje basado en competencias por los estudiantes para poder comprender la llamada “sociedad del conocimiento”. Se buscaba que el estudiante mejorase sus capacidades en lectura, matemáticas, ciencia y tecnología.

Tradicionalmente la enseñanza de las ciencias en México ha tenido el objetivo a largo plazo de entrenar a los estudiantes que han de convertirse en los científicos e ingenieros del futuro. Sin embargo este objetivo ha evolucionado para hacer su prioridad enseñar a los estudiantes a cumplir con las necesidades del mundo, así como conocer el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad⁸: “ya sea que continúen con una educación formal o ingresen al mundo laboral, la escuela secundaria asegurará a los adolescentes la adquisición de herramientas para aprender a lo largo de toda su vida. En la

5 DEBATES DEL CONGRESO NACIONAL DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA. Relación de discusiones, quejas y acuerdos del único periodo de sesiones.

6 REBECA BALLÍN. Congreso Nacional de Instrucción Pública de 1889.

7 SEP, Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica secundaria. Ciencias.

8 SEP, Educación Básica. Secundaria. Programas de Estudios 2006.

actualidad, las necesidades de aprendizaje se relacionan con la capacidad de reflexión y el análisis crítico; el ejercicio de los derechos civiles y democráticos; la producción y el intercambio de conocimientos a través de diversos medios; el cuidado de la salud y del ambiente, así como con la participación en un mundo laboral cada vez más versátil.”⁹ Los estudiantes deben desarrollar capacidades para el manejo de la información, la comunicación y la convivencia social por lo que se espera que valoren la diversidad de formas de pensamiento, que logren discernir entre argumentos congruentes e incongruentes con las ideas científicas, y al mismo tiempo que fortalezcan la confianza y respeto por sí mismos y por los demás.

El estudio de la asignatura ciencia considera los siguientes aspectos en su enfoque¹⁰:

- “Es fundamentalmente formativo, puesto que privilegia el desarrollo integral de conocimientos, habilidades y actitudes al abordar los contenidos desde contextos que favorecen la relación de la ciencia con la tecnología y la sociedad.
- Considera al alumno como el centro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, favoreciendo su autonomía en la construcción personal de conocimientos.
- Redimensiona y fortalece el papel de los profesores en la formación de los alumnos, con atención a la diversidad cultural y social, promoviendo el uso adecuado de recursos didácticos, estrategias e instrumentos de evaluación.
- Promueve una visión humana de la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico. Los aspectos señalados se integran en su conjunto para favorecer la formación científica básica de los alumnos, su desglose tiene la finalidad de facilitar la descripción de los puntos que los profesores deben tener en cuenta para aplicar en el trabajo con sus alumnos el enfoque de manera adecuada.”¹¹

9 SEP. Acuerdo número 384. Plan y Programas de Estudio para Educación Secundaria. p. 26.

10 *Ídem*.

11 *Ibidem*, p. 67-68

Con el fin de tener información que de cuenta de si se cumple con los aspectos descritos y los requerimientos básicos de cada asignatura, los niveles de aprovechamiento de los estudiantes en México se evalúan, de acuerdo el Programa Sectorial de Educación 2007-2012¹², con dos indicadores fundamentales: el examen ENLACE y la prueba PISA. Por lo que se presentan a continuación los resultados y orientaciones más generales de cada una de estas pruebas.

ENLACE. La Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares¹³.

En la educación básica, ENLACE es una prueba que se aplica a estudiantes de tercero a sexto de primaria, jóvenes de tercero de secundaria, y en el nivel de bachillerato se evalúa a la población que cursa el último año en función de los planes o programas de estudios oficiales en las asignaturas de español, matemáticas y una tercera disciplina que rota cada año.

La evaluación para ciencias de la prueba ENLACE en el año 2008 y en el 2012 (los años en los que se evaluó ciencias) se presenta en la siguiente tabla.

Desempeño global		% insuficiente	% elemental	% bueno	% excelente
Primaria	2008	37.6	41.4	20.6	0.4
	2012	29.7	38.9	29.9	1.6
Secundaria	2008	20.2	60.7	18.7	0.5
	2012	16.1	58.3	24.4	1.1

ENLACE tiene cuatro niveles de logro (insuficiente, elemental, bueno y excelente) y como se puede observar sólo se presenta la información correspondiente al nivel básico, que es el que compete a este trabajo de investigación.

12 SEP. Programa Sectorial de Educación 2007-2012.

13 SEP. ENLACE.

Los resultados de la prueba ENLACE para ambos niveles muestran que la mayoría de los estudiantes que presentaron la prueba en el 2008 y en el 2012 se encuentran en el nivel elemental en ciencias.

Es importante resaltar que el examen ENLACE en la educación básica se enfoca en temas y contenidos, por lo que uno de los problemas más importantes de esta prueba es que en primaria el plan de estudios se encuentre basado en competencias pero la evaluación se enfoque en contenidos.

PISA. El Programa para la Evaluación Internacional del Alumno (PISA, *Programme for International Student Assessment*) fue creado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos¹⁴.

PISA evalúa la formación de los alumnos cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria (hacia los 15 años). PISA está diseñado para conocer las competencias: “la evaluación de competencias se trata de una evaluación que busca identificar la existencia de ciertas capacidades, habilidades y aptitudes que, en conjunto, permiten a la persona resolver problemas y situaciones de la vida.”¹⁵ La evaluación cubre tres áreas: competencia lectora, competencia matemática y competencia científica¹⁶ y en cada evaluación realizada cada tres años se hace énfasis en alguna competencia: 2000-lectura^{17,18}, 2003-matemáticas¹⁹, 2006-ciencia²⁰, 2009-lectura y una actualización en ciencia²¹, y 2012-matemáticas.

En relación con la ciencia, la evaluación de PISA valora la disposición del joven a involucrarse como un ciudadano consciente en los asuntos relacionados con la ciencia, y dispuesto a pensar en las consecuencias del desarrollo científico sobre

14 OECD. Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006.

15 OECD. PISA.

16 INEE. PISA para docentes. La evaluación como oportunidad de aprendizaje.

17 RAFAEL VIDAL y Díaz M.A. Resultados de las pruebas PISA 2000 y 2003 en México. Habilidades para la vida en estudiantes de 15 años.

18 OCDE. Muestra de reactivos empleados en la evaluación PISA 2000. Aptitudes para lectura, matemáticas y ciencias.

19 OECD. Learning for Tomorrow's World. First Results from PISA 2003.

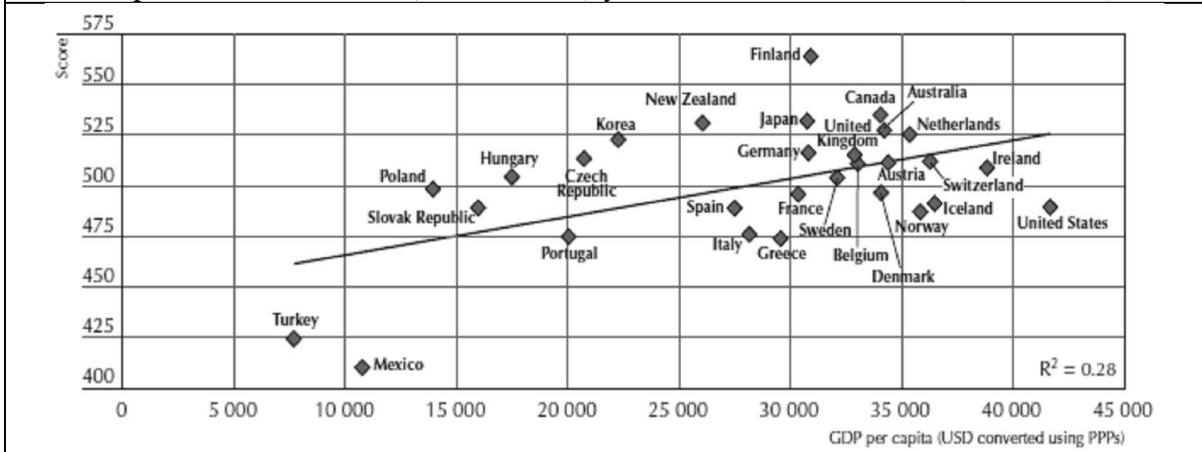
20 OECD. Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006.

21 OECD. Strong Performers and Successful Reformers in Education: Lessons from PISA for Mexico. p. 29.

la tecnología, el medio ambiente y los recursos naturales. “Si bien la adquisición de conocimientos específicos es importante en el aprendizaje escolar, la aplicación de esos conocimientos en la vida adulta depende rigurosamente de la adquisición de conceptos y habilidades más amplios. En ciencia, tener conocimientos específicos, como los nombres de las plantas y los animales, tiene menor valor que comprender temas más amplios, como el consumo de energía, la biodiversidad y la salud humana, cuando se trata de pensar en los grandes problemas en debate dentro de la comunidad adulta”.²²

PISA²³ clasifica en seis niveles las competencias de los alumnos, siendo el 6 el más alto, en el que se espera que “un estudiante pueda demostrar claramente y consistentemente un pensamiento y razonamiento científico avanzado y se muestre deseoso de utilizar su comprensión de la ciencia en el apoyo de soluciones a situaciones desconocidas de índole científica y tecnológica”. El nivel más bajo es el cero en el que a los estudiantes se les pide demostrar competencias científicas en situaciones requeridas por las tareas más básicas de PISA, esto es, que tienen un conocimiento científico limitado que puede ser aplicado únicamente a unas pocas situaciones que les son familiares a los estudiantes.

Ilustración 1. Gráfica de los resultados para PISA 2006²⁴ de diferentes países con los datos de promedio de aciertos (en ordenadas) y Producto Nacional Bruto (en abscisas)



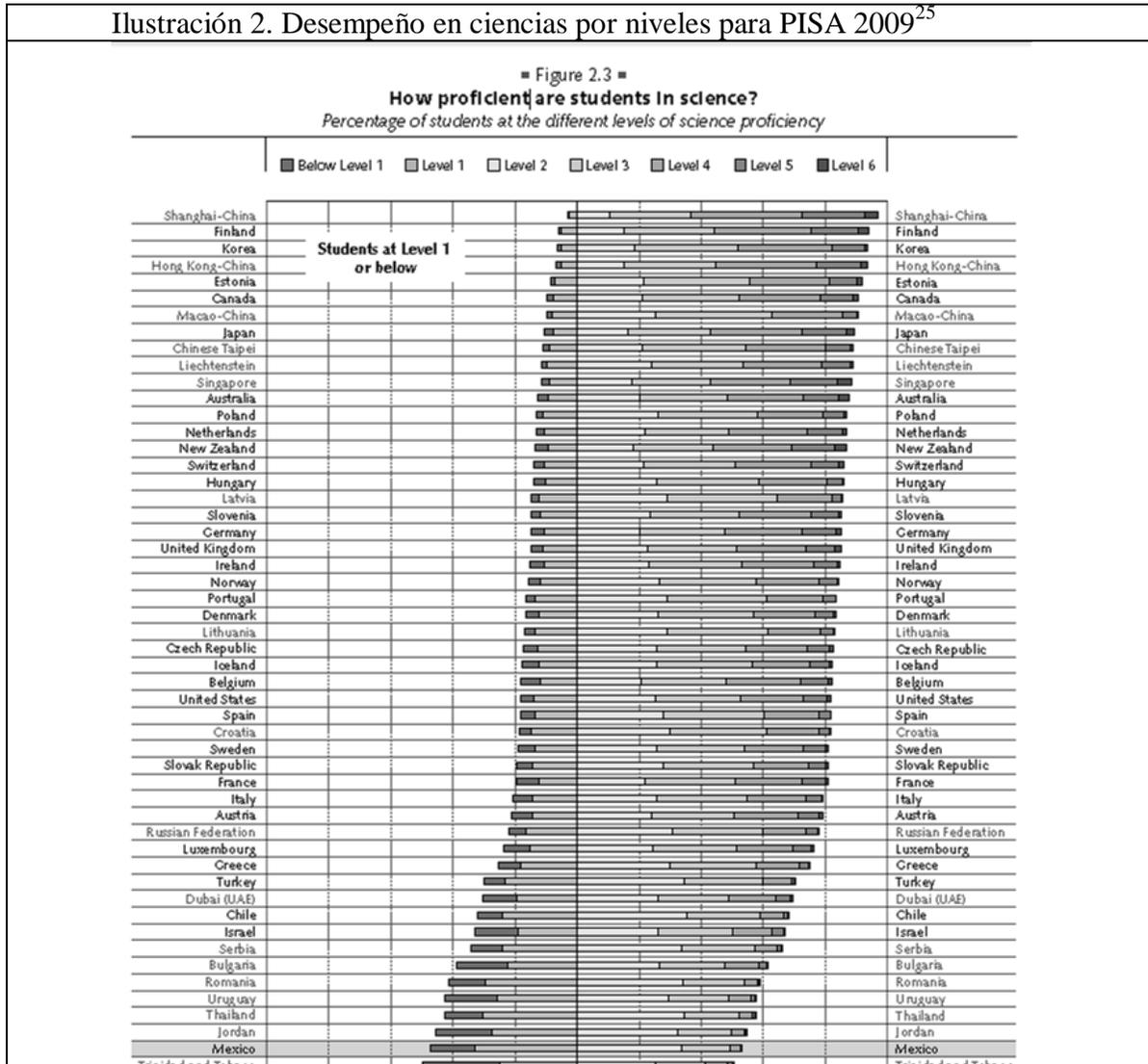
22 OCDE. Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana.

23 OECD. PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1: Analysis.

24 *Ibidem*. p. 51

México en el 2006 tiene un 4% de estudiantes en el nivel 4-6, mientras que un poco más del 50% de los jóvenes mexicanos de 15 años se ubicó en los niveles cero y uno. Adicionalmente en la Ilustración 1 se muestra una relación entre el Producto Interno Bruto (PIB) y el número de aciertos promedio de cada país. Se puede observar que México sale por debajo del resto de los países mostrados en la gráfica. En el 2009 en la parte correspondiente a ciencias el 40% de los estudiantes mexicanos se encuentra debajo del nivel 2.

Ilustración 2. Desempeño en ciencias por niveles para PISA 2009²⁵



25 OECD. Strong Performers and Successful Reformers in Education: Lessons from PISA for Mexico.

Comparando ambas evaluaciones, resalta la mejora que presenta México al disminuir del 2006 al 2009 el porcentaje de jóvenes que se encuentra debajo del nivel 2 de más del 50% al 40.1%. Sin embargo para el 2012 este valor fue de 47%.

En la siguiente tabla comparativa se presenta el promedio para la parte correspondiente a ciencias en cada evaluación PISA²⁶ desde su primera aplicación, en la que se puede apreciar que no se observan cambios significativos ni en la evaluación para México ni en el promedio de la OECD.

Ciencias	2000	2003	2006	2009	2012
México	422	405	410	416	415
Promedio de la OCDE	500	500	500	501	501

PISA ha tenido diversas críticas, una de ellas es que cada país tiene sus propias peculiaridades, por lo que sus sistemas educativos no son comparables, ni tampoco sus condiciones sociales, económicas y culturales²⁷. Otro problema relacionado con lo anterior es que algunos de los reactivos en diversas poblaciones pueden tener diversos significados o ninguno para esos estudiantes.

En conclusión, si los niveles de aprovechamiento de los estudiantes en México se evalúan con el examen ENLACE y la prueba PISA, de acuerdo el Programa Sectorial de Educación 2007-2012²⁸, podemos observar que cerca de la mitad de los estudiantes mexicanos se encuentran por debajo del nivel medio posible para cada prueba, es decir en un nivel de conocimientos básico o inferior en ciencias.

De acuerdo con la mirada de la SEP “que el sistema educativo presente altos índices de reprobación y deserción de los alumnos y bajos niveles de aprovechamiento parece

26 OECD. PISA 2012 Results in Focus: What 15-year-olds now and what they can do with what they know

27 OEI. La evolución de los resultados de la evaluación de la competencia científica según PISA en Iberoamérica entre 2006 y 2009

28 SEP. Programa Sectorial de Educación 2007-2012.

constituir una grave limitante a nuestro potencial de desarrollo como individuos y como nación”²⁹

En lo que respecta al conocimiento de los profesores, algunas investigaciones llevadas a cabo con profesores de ciencia^{30,31,32,33} han mostrado que los docentes de ciencia que imparten materias de física, química y biología tienen un dominio insuficiente de su disciplina y que sus concepciones de aprendizaje se encuentran cercanas a la escuela positivista. De acuerdo con lo anterior la enseñanza transmitiva (basada en el positivismo) es la que permea buena parte del sistema educativo mexicano y provee a los estudiantes con diversos hechos científicos y con palabras técnicas para describir estos fenómenos. Este tipo de enseñanza tiene algunos inconvenientes, como por ejemplo que muchos estudiantes no encuentran motivación o interés alguno en memorizar hechos, conceptos y fenómenos ni tampoco pueden entender cómo es que esa información les será útil para su entorno diario. El problema más grande, de acuerdo con la Academia Nacional de Ciencias³⁴ de Estados Unidos de América, es que no se aprovechan las interacciones profesor-alumno en el aula para desarrollar habilidades en los estudiantes, como resolver problemas, comunicarse y cultivar las habilidades de pensamiento que necesitarán para desempeñarse como ciudadanos en la sociedad en que viven.

Se puede decir que, los docentes que imparten ciencia tienen un dominio insuficiente de su disciplina y sus concepciones de aprendizaje se encuentran cercanas a la escuela positivista, esto es, lejos de las bases de aprendizaje de la construcción del conocimiento y el desarrollo de competencias que se presentan en la reforma educativa.

29 SEP. Plan Nacional de Educación

30 FERNANDO FLORES. y Barahona, A. Currículo de educación básica: contenidos y prácticas pedagógicas.

31 FERNANDO FLORES-CAMACHO, Gallegos-Cázares, L., García-Franco, A. Vega-Murguía, E. y García-Rivera, B. El conocimiento de los profesores de ciencias naturales.

32 ALEJANDRA GARCÍA-FRANCO, Reyes-Cárdenas, F., Gallegos-Cázares, L. y Flores-Camacho, F. Conocimientos básicos de los profesores de química de secundaria.

33 FERNANDO FLORES-CAMACHO, Gallegos-Cázares, L. y Reyes-Cárdenas, F. Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química.

34 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for Teaching and Learning.

La educación en ciencias naturales en México, observando las últimas evaluaciones e investigaciones, presenta un grado bajo de aprendizaje y enseñanza en las disciplinas involucradas (biología, física y química), a pesar de ser un problema viejo y de que se han propuesto diferentes aproximaciones para apoyar la mejora de la educación. Es por esto necesario seguir en la búsqueda de mejoras a las opciones ya propuestas y también de la generación de otras alternativas que puedan representar oportunidades para mejorar la educación en ciencias.

El Programa Adopte un TAliento (PAUTA) se presenta como una propuesta para la educación en ciencia basado en talleres en los que se presentan ejemplos claros de cómo promover el desarrollo en los estudiantes de habilidades, actitudes y la construcción de conceptos: “Promover y acompañar a niñas, niños, jóvenes y a sus profesores en el desarrollo de habilidades para la ciencias naturales, las matemáticas y la tecnología, mediante talleres, cursos y otras actividades basadas en el modelo constructivista y el impulso a una comunidad de práctica incluyente del sistema educativo desde el nivel básico al universitario involucrando a la comunidad académica, a los padres de familia, a fundaciones privadas, a instituciones públicas y los ciudadanos interesados.”³⁵

Planteamiento del problema

Los materiales educativos generados por PAUTA son claros en cuanto a lo que se espera de los alumnos, pero no están suficientemente claras las actividades que ha de realizar un tallerista (guía de los niños en los talleres PAUTA), ni cómo las han de llevar a cabo para que los estudiantes desarrollen habilidades y construyan conceptos. Estas actividades de los talleristas se denominan “Actividades Pedagógicas³⁶”, término tomado desde el referente teórico de la Indagación.

35 PAUTA. Misión PAUTA

36 ANDONI GARRITZ, Labastida-Piña, D. V., Espinosa-Bueno, J. S. y Padilla, K. Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess it and its Application to High School in-Service Science Teachers.

Objetivo de investigación

El presente trabajo de investigación busca documentar cuáles actividades pedagógicas realizan los talleristas y cómo lo hacen en el programa PAUTA. En este sentido, se quiere conocer cómo los talleristas guían actividades basadas en la indagación con niños de primaria. Se busca documentar las creencias, el conocimiento, las habilidades y las actitudes (saber pedagógico del contenido, SPC³⁷) que tienen para que puedan impartir actividades para niños, en contextos de indagación, que promuevan el desarrollo de habilidades y el aprendizaje en alumnos de la educación básica. De acuerdo con Wandersee³⁸ “los profesores de ciencias quieren que los estudiantes sepan las explicaciones actuales a los fenómenos naturales y cómo es que los científicos han llegado a estas explicaciones. Para hacer la enseñanza efectiva, los profesores deben entender no sólo lo que los estudiantes ya saben al respecto del tema, sino que también, cómo es que los estudiantes aprenden ciencia y cuáles estrategias de enseñanza son más apropiadas para el aprendizaje de sus alumnos.”

Objetivos particulares:

- Determinar qué saben los talleristas de las actividades pedagógicas en contextos de indagación.
- Conocer el saber pedagógico de la indagación (SPI) de los talleristas PAUTA.
- Presentar y analizar algunos ejemplos de estrategias exitosas en el desarrollo de actividades pedagógicas.

Justificación e importancia del estudio

De acuerdo con los resultados de los estudios y pruebas comentados anteriormente^{39,40,41,42,43,44}, los estudiantes mexicanos presentan resultados del proceso

37 KATHRYN COCHRAN, DeRuiter, J., y King, R., Pedagogical Content Knowing: An Integrative Model for teacher preparation.

38 JAMES WANDERSEE, Mintzes, J.; Novak, J. Learning: Research on alternative conceptions.

39 FERNANDO FLORES y Barahona, A. Currículo de educación básica: contenidos y prácticas pedagógicas.

enseñanza/aprendizaje en los que la comprensión cabal de la ciencia ocurre en un porcentaje muy bajo de estudiantes.

Parece importante repensar la educación y tomar en cuenta que además de construir en los profesores los conocimientos curriculares disciplinarios, se incorporen estrategias pedagógicas (como la indagación) y por último, y de acuerdo con Shulman⁴⁵, que se incluya el conocimiento pedagógico del contenido (más adelante: SPC⁴⁶) que se debe emplear para enseñar. Así se espera que los talleristas del programa PAUTA sepan del tema, del uso de la indagación, de la pedagogía y los diversos elementos del conocimiento pedagógico del contenido propuesto por Shulman: conocer bien cuál es el objetivo de su enseñanza, qué es lo que resultará fácil o difícil de aprender por sus alumnos; cuáles son sus concepciones alternativas más comunes; y cómo organizar, secuenciar, presentar y evaluar el contenido para abastecer los diversos intereses y capacidades de los estudiantes.

Las ideas de Shulman han traído una revolución en el proceso de formación y evaluación de profesores. Van Driel, de Jong y Verloop⁴⁷ han insistido en que “el problema es reconceptualizar la educación de los profesores de ciencias de forma que se integren cursos de la materia y de pedagogía con las experiencias en el campo de la docencia”. De acuerdo con Gess-Newsome y Lederman⁴⁸, esta opinión se debe a la importancia del factor saber pedagógico del contenido como fuente de la docencia. En este sentido el profesor al elaborar una estrategia de enseñanza debe tomar en cuenta para la planeación de su clase

40 FERNANDO FLORES-CAMACHO, Gallegos-Cázares, L., García-Franco, A. Vega-Murguía, E. y García-Rivera, B. El conocimiento de los profesores de ciencias naturales.

41 GARCÍA-FRANCO, A. et al Op. cit.

42 FERNANDO FLORES-CAMACHO, Gallegos-Cázares, L. y Reyes-Cárdenas, F. Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química.

43 OECD. PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1: Analysis.

44 SEP. ENLACE.

45 LEE SHULMAN. Those who understand: knowledge growth in teaching.

46 COCHRAN, K. *et al. Op. cit.*

47 JAN VAN DRIEL, De Jong, O., y Verloop, N., The development of preservice Chemistry teachers' pedagogical content knowledge.

48 JULIE GESS-NEWSOME, y Lederman, N. (Eds.) Examining pedagogical Content Knowledge: the construct and its implications for Science Teaching.

los conocimientos básicos, las últimas discusiones sobre su importancia^{49, 50} y poner en juego su SPC de la manera más completa posible.

Atendiendo al desarrollo de competencias, la competencia científica involucra tanto el conocimiento de los conceptos de la ciencia como también el conocimiento acerca de la ciencia y la manera en la que ésta se construye. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), ser competente en el área de las ciencias implica no sólo tener cierta información científica y la habilidad para manejarla, sino comprender también la naturaleza del conocimiento científico y de los poderes y las limitaciones que dicho conocimiento tiene. Una formación científica completa debería asimismo fomentar en los estudiantes la convicción de que la ciencia puede modificar profundamente a la sociedad y a los individuos. Y se persiguen tres sub-competencias⁵¹: Identificar asuntos o temas científicos, explicar científicamente los fenómenos; y usar las pruebas recabadas científicamente.

El programa PAUTA no se enfoca al desarrollo de competencias, sin embargo sí al desarrollo de habilidades para la ciencia, bajo un enfoque socio-constructivista que tiene como uno de sus supuestos básicos que el estudiante debe elaborar sus propias conceptualizaciones y significaciones, las cuales están ligadas a su historia cultural y al contexto en el cual aprende. “Para el socio-constructivismo la misión del proceso educativo es mostrar a los estudiantes cómo construir conocimiento, promover la colaboración en el trabajo académico, mostrar los múltiples enfoques que se pueden tener frente a un determinado problema, estimular la toma de posiciones y compromisos intelectuales”⁵².

PAUTA en este sentido coincide con el plan de estudios de la SEP en el enfoque socio-constructivista, en el desarrollo de habilidades y también en el aprendizaje colaborativo: “Para el desarrollo de las actividades de indagación es importante que los

49 LYDIA GALAGOVSKY, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N. y Morales, L. F. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de ‘Reacción Química’ a partir del concepto de ‘Mezcla’.

50 ROSÁRIA JUSTI. La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos.

51 OECD. Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006.

52 CÉSAR COLL, Martín, T., Miras, M., Orubia, J, Solé, I y Zavala, A. El constructivismo en el aula.

alumnos aprendan a trabajar tanto de forma individual como colaborativa...”⁵³. Por ser una propuesta innovadora que coincide con el enfoque socio-constructivista y el desarrollo de habilidades es importante comunicar lo que ocurre en el programa PAUTA.

PAUTA no es una propuesta curricular inmersa en la SEP, sin embargo tiene dos potencialidades que no se deben perder de vista: la primera es el trabajo directo con los niños, en el cual los talleristas del programa trabajan, prueban, mejoran e implementan de manera sistemática las actividades para la promoción de habilidades en los estudiantes en actividades extracurriculares; y la segunda es el trabajo que realizan con profesores normalistas, para que ellos a su vez puedan implantar estas actividades en contextos curriculares en las escuelas públicas.

PAUTA propone el desarrollo de habilidades para la ciencia en talleres que consideran de manera explícita los contenidos de ciencias naturales en los programas de estudio y que el estudiante pueda construir conceptos⁵⁴, esto se puede analizar desde la educación basada en la indagación que posteriormente, en el apartado “PAUTA e indagación educativa” se darán los elementos para fundamentar esta aseveración.

La nueva modificación al currículo para la educación básica en enseñanza de las ciencias plantea de forma explícita la inclusión de la indagación⁵⁵: “Se busca que la enseñanza de las ciencias se lleve a cabo a través de un proceso de indagación ...”, y más adelante se detalla que en el “...proceso de generar preguntas, plantear hipótesis y desarrollar propuestas experimentales es importante que los estudiantes cuenten con la guía del docente a través de preguntas que les permitan seguir avanzando en el proceso de indagación”⁵⁶.

En el siglo pasado, ha habido una acumulación de pruebas de la efectividad de la indagación en la enseñanza en todos los niveles educativos⁵⁷, particularmente en la

53 SEP, Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica Secundaria. Ciencias. p. 111.

54 RUSSELL TYTLER y Peterson, T. S. From “try and see” to strategic exploration: Characterizing young children’s scientific reasoning.

55 SEP, Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica Secundaria. Ciencias. p. 114

56 *Ibidem* p.116

57 LAURA TRUOT, Lee, C., Moog, R. y Rickey, D. Inquiry Learning: What is it? How do you do it.

educación de las ciencias se ha centrado en los estudiantes como sujetos principales de estudio mientras que, es poca la cantidad de investigaciones que revisan las prácticas de los profesores en las aulas en que se lleva a cabo la indagación⁵⁸.

Dentro de los estudios que se han realizado relacionados a la práctica de la indagación educativa, Chew-leng, Yew-Jin, Aik-ling y Shirley Lim⁵⁹ mencionan que esta aproximación hacia la descripción de las prácticas de indagación es “sorprendentemente un área descuidada” y puede contribuir a las perspectiva de “prácticas orientadas” en enseñanza de las ciencias.

Por lo anterior, este trabajo de investigación al documentar el SPC de los talleristas PAUTA analizado desde el contexto de la indagación, podrá ser útil para revisar lo que ocurre en contextos de indagación, y en este sentido presentar información útil para pensar en las estrategias para la formación docente que incluya a la indagación como un eje en la educación en ciencias y otras áreas: “Atraer a los estudiantes en actividades basadas en la indagación contribuirá a un/una mayor: comprensión de los conceptos científicos; apreciación sobre cómo conocemos lo que sabemos de ciencia; comprensión de la Naturaleza de la Ciencia; desarrollo de las habilidades necesarias para convertirse en investigadores independientes acerca de la naturaleza y disposición para usar las habilidades, capacidades y actitudes asociadas con la ciencia.”^{60,61}

58 KATHERINE MCNEILL, y Krajcik, J. Scientific explanations: characterizing and evaluating the effects of teachers’ instructional practices on student learning.

59 POON CHEW-LENG, Yew-Jin lee, Aik-Ling Tan y Shirley, Lim, Knowing Inquiry as a Practice and Theory: developing a Pedagogical framework with Elementary School teachers.

60 RODGER BYBEE. Scientific Inquiry and Science Teaching.

61 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The National Science Education Standards. p. 105.

PAUTA

“Impulsando el talento científico”⁶²

⁶² PAUTA. Objetivos PAUTA.

1. PAUTA

En esta investigación se eligió a sujetos inmersos en un programa que está enfocado a la educación en ciencia y el desarrollo de habilidades para la ciencia: el Programa Adopte Un Talento (PAUTA) de la Academia Mexicana de Ciencias.

PAUTA se establece en febrero del 2007, como un programa ideado y creado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y por la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y que a partir del 2009 se consolidó como asociación civil: PAUTA A.C. El programa pretende contribuir a la educación científica en México mediante la implementación de acciones que promuevan el desarrollo de habilidades para la ciencia en estudiantes de primaria y secundaria

El programa busca apoyar a niños y jóvenes, generando espacios en los que puedan explorar y analizar fenómenos mediante actividades denominadas “talleres”, diseñadas para el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. Las bases teóricas del proyecto se gestan en la epistemología socio-constructivista, en la que el estudiante, orientado cuidadosamente por un profesor guía o en el caso de PAUTA por “un tallerista”, construye su conocimiento en talleres específicos diseñados con el motivo de promover el desarrollo de habilidades para la ciencia. Los propósitos de los talleres en PAUTA⁶³ son entonces: por un lado, la construcción del conocimiento y por otro, el desarrollo de habilidades para la ciencia; ambos se interrelacionan de forma tal que son llevados a cabo en una correspondencia mutua.

Los objetivos de PAUTA son muy impactantes (sin pensar por el momento en su plausibilidad real) y de acuerdo con su página electrónica⁶⁴ son:

- “Impulsar el desarrollo de habilidades para las matemáticas y las ciencias en niños y jóvenes

63 *Ídem.*

64 *Ídem.*

- Ofrecerles a niñ@s y jóvenes un espacio extraescolar que les permita desarrollar sus habilidades para la ciencia y el desarrollo cognitivo.
- Ofrecerles herramientas útiles para que participen plenamente en la sociedad, y puedan convertirse en profesionistas de excelencia y con conciencia social.
- Apoyar con conocimientos y herramientas a l@s docentes interesados en el desarrollo de habilidades, detección y atención de estudiantes talentosos en el ámbito de las matemáticas y las ciencias.
- Construir puentes entre la Educación Básica y la comunidad científica con el fin de contribuir a la consolidación de una cultura científica en la sociedad mexicana.
- Establecer vínculos con diferentes actores sociales interesados en el mejoramiento de la calidad educativa del país.”

Actualmente los esfuerzos se han enfocado, principalmente, a profesores voluntarios de escuelas públicas y a personal de PAUTA que lleva a cabo talleres con alumnos de nivel básico tanto en horarios de clase como en sesiones extracurriculares.

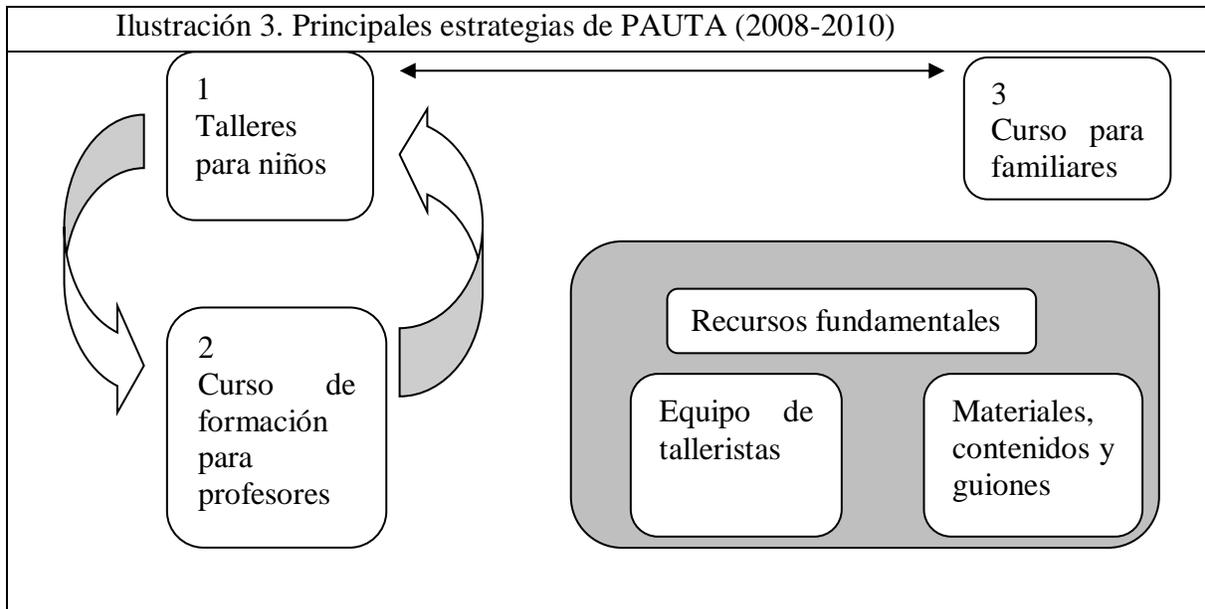
El programa opera con donativos de diversas instituciones como la UNAM, la Secretaría de Educación Pública (SEP), la Asociación Federal de Servicios Educativos del Distrito Federal (AFSEDF), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICyTDF), por mencionar solamente algunas. El programa actualmente se encuentra en el Distrito Federal, Chiapas, Michoacán y Morelos. Para este estudio se trabajará únicamente con la sede del Distrito Federal que opera en las instalaciones de UNIVERSUM, UNAM, en “La Casita de las Ciencias”.

A continuación se presentan cinco apartados en los que se analizan los elementos más importantes de PAUTA para este trabajo de investigación: Las estrategias principales

de PAUTA DF; los talleristas; los talleres PAUTA: Modelo didáctico PAUTA⁶⁵; y PAUTA y las actividades para el tallerista.

1.1. Las estrategias principales de PAUTA DF

PAUTA propone el desarrollo de habilidades para la ciencia en estudiantes a través de secuencias de actividades que consideran tanto los contenidos de ciencias naturales como el desarrollo de habilidades para la ciencia⁶⁶. “La acción no debe limitarse a resolver un problema mediante la experimentación, pues debe involucrar también la reflexión, discusión, y generación de explicaciones”⁶⁷.



Las estrategias principales (Ilustración 3) para lograr los objetivos antes mencionados son tres:

65 PAUTA. Modelo Didáctico PAUTA.

66 RUSSELL TYTLER y Peterson, T. S. From “try and see” to strategic exploration: Characterizing young children’s scientific reasoning.

67 ALEJANDRA GARCÍA-FRANCO, A., Calderón-Canales, E., García-Rivera, B. y Flores-Camacho, F, Las actividades PAUTA y el desarrollo de habilidades para la ciencia, p II.

1. **Talleres para niños:** La primera estrategia es la impartición directa a estudiantes del conjunto de talleres de ciencia, basados en el modelo didáctico PAUTA⁶⁸. En esta modalidad los talleristas (o guías de la actividad) llevan a cabo las actividades denominadas “talleres” con estudiantes seleccionados y se realiza un seguimiento de alrededor de 15 sesiones anuales. Cada curso anual contiene al menos dos secuencias de talleres, una sesión de inicio, una de cierre y una visita a la biblioteca.

El contenido de los talleres con niños varía dependiendo de la edad que tengan y del número de años que cada estudiante haya participado en el programa. El programa en 2010 cuenta con los primeros dos niveles para niños de primaria: *CURSO PAUTA1*, en el que se revisan temas de física y química en dos secuencias, una relacionada con la flotación y la otra con la acción del aire; y *CURSO PAUTA2* que se enfoca en temas de biología.

Los estudiantes que participan en el programa son estudiantes de primaria de primero a sexto grados y se eligieron por tres mecanismos:

- a) Por sus profesores, que a su vez fueron formados para impartir talleres PAUTA. La selección de estudiantes por parte de los profesores se sugiere que se realice al implementar un taller PAUTA en clase y que se seleccione a niños con alto desarrollo de habilidades y gusto para la ciencia. Cada profesor puede enviar sólo tres estudiantes y, de éstos, todos los que se presentaron a PAUTA ingresaron al curso.
- b) Por sus familiares, una vez que se conforman los grupos por estudiantes seleccionados por sus profesores, cuando hay cupo, se permite el ingreso de niños que han sido “recomendados” por sus familiares. Sólo hay 6 casos de éstos y todos los familiares aseguran que sus niños tienen habilidades y gusto por la ciencia.

68 PAUTA. *Op. Cit.*

- c) Seleccionados por otro mecanismo o institución, este caso sólo se presenta a partir del 2010. La selección corre por parte de otra institución como por ejemplo Niñ@s Talento⁶⁹ DIF que selecciona estudiantes que “deben tener entre 6-15 años y tener un promedio mínimo de 9.0”. Otro ejemplo es PAUTA-MUTEC que opera con una convocatoria abierta difundida a través del Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad⁷⁰.

Los talleres se imparten en formato extracurricular y los grupos son multigrado. La mayoría de las veces los niños que cursan primero y segundo de primaria forman un grupo; tercero y cuarto conforman otro grupo; y quinto y sexto, el último grupo de trabajo. Pero en otras ocasiones se ha trabajado un grupo de primero a tercero de primaria y un segundo grupo de cuarto a sexto. Por último también se ha trabajado en un grupo multigrado desde los 8 hasta los 13 años.

2. **Curso de formación para profesores:** La segunda estrategia es el curso-taller de formación para profesores, en “el que se provee a los profesores de herramientas útiles para su labor de educación en ciencias, para que puedan implementar los talleres PAUTA en sus aulas y así propiciar en sus estudiantes el desarrollo de habilidades y actitudes para la ciencia a la par de que construyan conocimientos”⁷¹. Estas herramientas consisten principalmente en los talleres que se diseñan para los niños, la diversas formas de aplicarlos y algunos contenidos teóricos en que se basa la propuesta del programa.

Los profesores que participan en el programa (periodos 2007-2008, 2008-2009 y 2009-2010) son en su mayoría de los sectores 31 y 34 de la SEP y lo hacen de forma totalmente voluntaria (no les cuenta para la carrera magisterial). Asisten a las sesiones de formación en horario complementario al que asisten a sus labores ordinarias (matutino/vespertino) o en sábado. Son profesores de primaria con

69 DIF. Niños Talento.

70 PAUTA. Noticias PAUTA

71 PAUTA. Curso de Profesores PAUTA.

formación normalista, licenciados en educación básica, y en un par de casos con maestrías en educación.

Se lleva a cabo un curso anual con dos o tres grupos de profesores en el que conviven sin importar a qué grado imparten, siempre y cuando sea en nivel primaria.

3. **Curso para familiares:** Existe una tercera estrategia que son las sesiones en conjunto con los familiares del estudiante PAUTA. El objetivo es “Crear un espacio de construcción y reflexión con las madres y padres de familia, para un óptimo acompañamiento en el desarrollo de habilidades y actitudes para la ciencia en sus hijos; analizando temas del entorno social y familiar que influyen y determinan el desarrollo de dichas habilidades.”⁷²

En estas sesiones se trabajan principalmente temas de ciencia y de aprendizaje colaborativo. Están enfocadas a que la familia cuente con información de apoyo para acompañar a su hija/hijo en su desarrollo de habilidades para la ciencia.

Los familiares que asisten a las sesiones, son únicamente los que acompañan a los niños a tomar los talleres para niños en formato extracurricular. La asistencia a este curso no es obligatoria, pero asiste en promedio un 60 % de familiares.

La primera estrategia busca promover que los estudiantes desarrollen habilidades para la ciencia en los talleres PAUTA, vía los profesores en modalidad curricular o vía talleristas en modalidad extracurricular. La segunda busca que los profesores apoyen en la implementación a un mayor número de estudiantes, ya que los profesores que participan en este curso son invitados a impartir posteriormente los talleres PAUTA con sus estudiantes de la generación actual, así como de las subsecuentes. Y la tercera busca involucrar a la familia en el desarrollo del estudiante con el fin de generar conciencia de que en el

72 PAUTA, Manual del curso de familiares PAUTA.

programa sólo se promueve el desarrollo de habilidades en periodos muy cortos; sin embargo si los familiares se involucran, ello puede potenciar este desarrollo y al mismo tiempo generar integración familiar en todos sus miembros, sin importar si todos asisten o no al programa PAUTA.

Para lograr un buen fin de estas estrategias se cuenta con dos recursos fundamentales que son: el equipo de talleristas; y los guiones, materiales y contenidos que ellos crean para proveer de experiencias diversas, motivantes, sencillas o complejas y que retan al individuo tanto en sus capacidades intelectuales como las sociales y en algún grado en las emocionales. Esto se logra con el apoyo del equipo de investigación didáctica del propio programa.

1.2. Los talleristas

PAUTA Distrito Federal inicia sus actividades en febrero del 2007 con un grupo pequeño de tres colaboradores, que crece a diez personas para el mes de junio y comienza labores con la creación y adecuación de veintiocho actividades que se impartieron en el primer curso para profesores llevado a cabo del mes de septiembre del 2007 al mes de febrero del 2008.

Los colaboradores del equipo PAUTA se autodenominaron “talleristas” en este proceso de creación e impartición de talleres. Cuentan con formación universitaria en calidad de pasante o titulado, preferentemente de carreras afines a las ciencias naturales (química, biología y física), las matemáticas o las ingenierías, aunque hay algunos provenientes de las ciencias sociales. La función principal del tallerista es impartir talleres de ciencia a niños y jóvenes; sin embargo, su participación es también indispensable en la propuesta, diseño, revisión y elaboración de dichos talleres. Los talleristas están contratados por el programa y reciben un salario mensual por su actividad profesional, tienen al menos 20 años cumplidos y están interesados en seguir estudiando y en dedicarse ulteriormente a la enseñanza de la ciencia.

Los talleristas que participan en el proyecto se eligieron por sus conocimientos y habilidades tanto de manejo de conocimientos científicos, de manejo de grupo y/o de docencia.

La selección de talleristas en el programa ha ido evolucionando, pero en ambas convocatorias de incorporación de talleristas (mayo 2007, abril 2008): 1) Se realizó una invitación abierta de difusión mediante correos electrónicos e invitaciones a personas conocidas; y 2) Los interesados presentaron su currículum académico y se convocaron a sesiones de selección. En el caso del 2007 a un taller de actividades cuyo trabajo final y prueba fue el diseño de una propuesta de actividad para la ciencia, y en el caso del 2008 consistió en una jornada con entrevistas y ejercicios de ciencia para evaluar su desempeño.

Los criterios de selección fueron tres principalmente: Conocimiento e interés en alguna disciplina de ciencias naturales, matemáticas o ingenierías; Conocimiento e interés en trabajo con niños, jóvenes y adultos; y Necesidades específicas de PAUTA (p. ej. Se requiere un tallerista para el diseño de materiales o tallerista del área de Física).

En julio de 2010 (fecha de la última recolección de datos de esta investigación) hay once talleristas, seis de ellos ingresaron en el 2007, y cinco más en abril de 2008. En la Tabla 3, se presentan los datos generales de los talleristas de PAUTA DF.

Los talleristas cuentan con conocimientos generales de todos los talleres que se imparten. Para lograr esto, el programa tiene sesiones de trabajo conjuntas para los talleristas, en las que se revisan diversos aspectos (de formación, reflexión, presentación de productos y avances) con una frecuencia de una vez por semana y es en este último espacio en donde se toman decisiones que impactan en los talleres creados e implementados.

Tabla 3. Datos de los talleristas de PAUTA DF (T=Tallerista)				
T	Ingreso al programa	Formación*	Edad A >30 B < 30	Experiencia en divulgación, docencia o manejo de grupos (años)
T1	Mayo 2007	CN	A	9
T2	Mayo 2007	CN	A	0
T3	Abril 2008	CN	B	5
T4	Abril 2008	CN	A	1
T5	Abril 2008	CS	A	10
T6	Mayo 2007	CS	A	10
T7	Abril 2008	CN	A	1
T8	Mayo 2007	CN	B	5
T9	Abril 2008	CN	B	1
T10	Mayo 2007	M	A	10
T11	Mayo 2007	I	B	1

*Nota: Ciencias Naturales (CN), Sociales (CS), Matemáticas (M) e Ingenierías (I)

Los talleristas tienen una formación científica en común, aunque esto no implica que tengan el mismo grado de conocimiento de las diferentes disciplinas científicas, ni que cuenten con un bagaje pedagógico basado en el constructivismo, por lo que es imperante que los sujetos lleven un programa de formación continua que cambia el énfasis de los contenidos conforme se ha avanzado en la consolidación y el desarrollo del proyecto y de su personal.

Los talleristas cuentan con diferentes espacios de formación. Para empezar, con un seminario semanal junto con otros espacios en los que el tallerista ejerce su actividad como guía, que también pueden ser usados para su formación, por ejemplo si al finalizar la actividad se realiza un análisis crítico.

Las primeras reuniones de trabajo de talleristas iniciaron en el mes de agosto de 2007 con el objetivo de que los diferentes talleristas, expertos en alguna de las disciplinas científicas, presentaran actividades sobre cómo habían diseñado o adecuado los talleres PAUTA. En estos espacios los creadores (o adaptadores) presentaban un taller (de los primeros 28 diseñados con el modelo PAUTA 2007, que es muy diferente al actual) como si ellos fuesen los talleristas y el resto del grupo se comportaba como el grupo al que se dirigía la sesión. Al finalizar la impartición se comenzaba una mesa de discusión sobre lo

que estaba bien en el taller y lo que se debía mejorar. Un complemento tácito a la formación de personal en esa etapa era la concreción, estructuración y redacción de los materiales escritos (guiones) que se requieren para impartir el taller, que buscaban ser una guía para que cualquiera pudiera impartir estos materiales; de esta segunda parte de la formación tácita solo se benefició una pequeña parte del personal.

A partir de septiembre se comenzó la impartición de los talleres diseñados con tres grupos de profesores de nivel básico primaria de veinte participantes cada uno en la que los talleristas podían mejorar y practicar estrategias propias de manejo y guía de grupos, esta actividad también se puede considerar como parte de una formación tácita de la que una vez más se beneficiaron los miembros del personal que habían diseñado/adecuado e impartido los talleres en las reuniones de trabajo. Aquí termina esta etapa y es importante mencionar que no hay registro de que se haya realizado una revisión de los contenidos teórico-pedagógicos.

Se puede identificar una segunda etapa en las sesiones de trabajo hacia el mes de noviembre de 2007, en la cual además de continuar haciendo lo anterior, se pidió a todo el equipo que revisara cada uno de los guiones ya terminados y se adecuaran con un formato uniforme. A partir de estos materiales homogenizados, se solicitó apoyo al equipo de investigación didáctica de PAUTA para un análisis de esta información en función de diferentes planteamientos teóricos de habilidades para la ciencia. Como resultado se formuló el modelo didáctico PAUTA⁷³ de referencia junto con una propuesta específica de formato de guiones y temas indispensables para trabajar en sesiones de trabajo y discusión con el personal.

Así comienza la tercera etapa de formación, que es donde empieza este trabajo de investigación.

73 PAUTA. Modelo didáctico PAUTA.

La tercera etapa inicia en enero de 2008 y en este periodo las sesiones de formación se centraron en temas relativos a PAUTA⁷⁴, a la educación en ciencia⁷⁵, al constructivismo^{76,77,78,79} al desarrollo de habilidades⁸⁰, a algunas aproximaciones pedagógicas (CPC)⁸¹ y a componentes de comunicación⁸².

También se abordó la revisión y análisis de materiales específicos de proyectos y planteamientos similares como son “la main à la pâte”⁸³, que a partir de 1996 comenzó labores en Francia y actualmente se encuentra en más de treinta países (México incluido con el nombre de Innovec⁸⁴); y como “Ciencias no Ensinho Fundamental”⁸⁵ de São Paulo que presenta los resultados de trabajo en aulas con estudiantes, profesores y coordinadores pedagógicos de educación básica que partieron de investigaciones que se realizaron para conocer “cómo enseñar ciencias a los niños de siete a diez años”⁸⁶ fundamentalmente sobre temas de la ciencia física.

En esta tercera etapa las reuniones se llevaron a cabo en un intensivo de tres veces por semana durante cuatro horas cada sesión. Una de las modificaciones importantes es que los talleres de ciencia debían ser impartidos a niños (y de ser necesario corregirlos) para posteriormente presentarlos a los profesores para que ellos a su vez los presenten después con sus alumnos.

74 GARCÍA-FRANCO, A., *et al. Op. cit.* p II.

75 ISABEL SOLÉ. Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje.

76 FLOR REYES, Concepciones alternativas de estudiantes sobre el concepto de reacción química: un ejercicio de meta-análisis, p. 28-35.

77 JUAN IGNACIO POZO y Gómez-Crespo, M. A. Aprender y Enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.

78 CESAR COLL et al. El constructivismo en el aula.

79 GERARDO HERNÁNDEZ ROJAS. Los constructivismos y sus implicaciones para la educación.

80 ANNA MARÍA PESSOA DE CARVALHO. Enseñar física y fomentar una enculturación científica.

81 ANDONI GARRITZ y Trinidad-Velasco, R., El conocimiento pedagógico del contenido.

82 MIGUEL RUIZ, Los cuatro acuerdos.

83 FOUNDATION LA MAIN A LA PATE. La main à la pâte.

84 INNOVEC. Innovación en la Enseñanza de la Ciencia.

85 ANNA MARÍA PESSOA DE CARVALHO, Infantsi, A., Alves, G. Rezende, M. y Casal, R. Ciências no Ensinho Fundamental.

86 *Ibidem*, p. 6.

Finalmente a partir de abril de 2008 comienza la cuarta etapa de formación, fecha en la que se programan las sesiones formativas una vez por semana con una duración de tres horas en las que se revisan los contenidos en dos rubros: por un lado en cuestiones teóricas y epistemológicas de los fundamentos del proyecto (constructivismo social y desarrollo de habilidades para la ciencia) y, por otro, se analizan cuestiones operativas con los materiales específicos de los talleres que se llevarán a cabo y las reflexiones propias de la labor del tallerista.

El programa cuenta con tres espacios de formación: formales, informales (o tácitos) y complementarios; siendo parte de la primera clasificación el seminario de formación y cursos específicos; como parte de la segunda agrupación se cuenta con los espacios en los que el tallerista ejerce su actividad como guía de grupo, creación y concreción de nuevos talleres; y finalmente espacios de especialización de diferentes áreas, como son atención a profesores, a padres de familia, o diseño de guiones.

Los talleristas guían durante los talleres a los participantes, y como los productos y talleres que se generen sólo pueden llegar al conocimiento y epistemología que los talleristas tienen, es fundamental que se documente y conozca el conocimiento de estos creadores.

1.3. Los talleres PAUTA: Modelo didáctico

Sí los talleres PAUTA se basan en el constructivismo, y el estudiante es el constructor de su aprendizaje, las actividades educativas deben ser estructuradas cuidadosamente para asegurar que bajo la guía de los profesores o los talleristas, los estudiantes pueden construir los conocimientos científicos correspondientes.

Así, el Modelo didáctico PAUTA⁸⁷ está basado en los lineamientos para el diseño de actividades PAUTA⁸⁸ que “implican el desarrollo de habilidades científicas que las

87 PAUTA. Modelo Didáctico PAUTA.

88 GARCÍA-FRANCO *et al. Op. Cit.* pág. 2.

consideren de forma explícita en determinados contenidos científicos y en contextos apropiados”.

Los talleres contienen las siguientes características: la búsqueda mediante acciones y razonamientos; la resolución de problemas mediante la manipulación de objetos concretos y retos intelectuales; y la generación de situaciones que permitan a niños y jóvenes reflexionar y buscar explicaciones en las que relacionen los objetos y fenómenos y puedan expresar sus ideas. Esto se lleva a cabo mediante un proceso lento y gradual, que requiere el uso de habilidades e ideas en contextos diferentes.

Como se muestra en la siguiente tabla, cada taller consta de tres momentos: “Presentación”, “Construcción”, “Dándole sentido y Extensión del conocimiento”; y en cada uno de ellos se hace una correlación directa con el desarrollo de cada una de las habilidades para la ciencia que se espera que desarrollen los estudiantes.

Tabla 4. Explicación de los momentos PAUTA y definición habilidades para la ciencia	
1.	<p>Presentación (organizar y planear): involucra definir y analizar un problema al que se enfrentan así como elaborar las preguntas adecuadas para la solución del mismo.</p> <ul style="list-style-type: none"> A. Definir el problema e identificar los aspectos relevantes: Separar el todo en sus partes de acuerdo con un plan y utilizar los sentidos para recabar información sobre las propiedades de un objeto o evento. B. Elaborar predicciones y conjeturas: Elaborar supuestos tentativos que expliquen el fenómeno observado. Anticipar las consecuencias de una situación utilizando las experiencias pasadas o la información [con que ya se cuenta].
2.	<p>Construcción (actuar): consiste en enfrentarse y buscar la solución al problema planteado. Buscar las fuentes y estrategias adecuadas para resolver una determinada tarea implícita en el problema.</p> <ul style="list-style-type: none"> C. Probar ideas, predicciones o explicaciones: Investigar, manipular los materiales para buscar la solución a un determinado problema. D. Identificar y controlar variables: Identificar un factor [variable] en el problema y cambiarlo o manipularlo para diseñar una determinada prueba u obtener el resultado deseado. E. Identificar y recolectar y registrar datos: Manipular datos, ya sea recabándolos uno mismo o alguien más, con el fin de darle significado a la información para encontrar patrones, hacer inferencias, predicciones o hipótesis F. Identificar y clasificar: Separar los “objetos” en grupos o categorías,

para ello se debe desarrollar un sistema (criterio) que pueda ser aplicable al problema.

G. Evaluar los datos obtenidos y modificar la acción como consecuencia: Realizar un juicio de los datos obtenidos y modificar la acción de acuerdo con éste.

3. Dándole sentido (interpretar): en este caso la información debe ser organizada y analizada a fin de solucionar el problema y dar una conclusión adecuada; Y Extensión del conocimiento (comunicar): consiste en informar los resultados obtenidos y la forma en que se llegó a ellos.”⁸⁹

H. Identificar patrones y relaciones: Identificar los eventos o factores que están relacionados, organizar las partes, identificar los componentes.

I. Justificar las inferencias a la luz de los datos obtenidos / Reflexionar sobre los datos obtenidos: Determinar si los resultados obtenidos son suficientes para lograr una explicación adecuada del problema planteado.

J. Sugerir posibles explicaciones basadas en las pruebas Utilizar las observaciones realizadas y los datos obtenidos para identificar las relaciones entre el problema planteado, las predicciones elaboradas y los resultados obtenidos.

K. Detallar la solución del problema: Definir los pasos a seguir para encontrar la solución a un problema planteado.

L. Utilizar lenguaje; escrito, hablado y visual: Comunicar de forma efectiva el problema planteado y la secuencia utilizada para encontrar la solución. Describir las observaciones, resumir el método utilizado. Se pueden utilizar esquemas, dibujos, diagramas, mapas y construir modelos o maquetas.

NOTAS: i) En este trabajo de investigación, el tercer momento integra “Dándole sentido” y “Extensión del conocimiento” aunque éste último se ha manejado de dos formas (dentro del tercer momento o como un cuarto momento) en los documentos institucionales. ii) Utilizar el lenguaje se nombra aquí como habilidad L (en los documentos de origen no está numerado); y iii) Con el fin de que cada apartado quede más claro, la redacción de algunas partes ha sido modificada por la autora de esta tesis.

Es importante mencionar que en los diferentes documentos PAUTA^{90y91} se han realizado algunas modificaciones en cuanto a las habilidades para la ciencia que son consideradas en el programa así como también en el orden en el que se encuentran colocadas y los momentos del taller con los que se han relacionado. Por lo anterior, actualmente hay talleres y materiales PAUTA que contienen diferentes agrupaciones de las habilidades.

89 *Ídem*

90 *Ibidem.*

91 PAUTA. Manual De Elaboración de Secuencias.

Se puede apreciar que en la Tabla 4 hay algunas repeticiones de actividades en diferentes momentos. Por ejemplo “Elaborar predicciones” se encuentra en “1. Presentación” en el segundo punto, pero también en “2. Construcción” en el segundo punto también en donde dice “...encontrar patrones, hacer inferencias, predicciones o hipótesis”. Otra actividad repetida es “encontrar patrones” que se encuentra tanto en el momento “2 Construcción” en la cita que acabo de mencionar y en el momento “3. Dándole sentido” en el segundo punto que indica: “Identificar patrones y relaciones”.

El presente trabajo de investigación se basará en la organización que muestra la Tabla 5; en la que se enuncian por un lado para el estudiante las habilidades para la ciencia, y por otro lado las acciones que deben ocurrir para cada uno de los cuatro distintos momentos.

En cada uno de estos momentos se espera que ocurran acciones específicas, por ejemplo en la presentación se espera que se presenten los materiales, se organicen equipos y se explique el problema a resolver; de la misma forma también se encuentran relacionadas con cada uno de los momentos las habilidades para la ciencia que se espera que el estudiante desarrolle.

La Tabla 5 pretende servir de soporte a un tallerista para la impartición y elaboración de talleres. Los talleres tienen intervenciones (o preguntas completamente redactadas) relacionadas con una de las habilidades, y en una primera etapa se pidió a los talleristas y a los profesores que siguieran la propuesta lo más cercanamente posible con el fin de introducirse a la nueva estructura de los materiales. Sin embargo, posteriormente no hay documentos institucionales que les den libertad y que expliciten que no se espera que se sigan de forma rígida; por el contrario, el guion es tan sólo un apoyo y una propuesta de organización en la que incluso se puede apreciar que las habilidades relacionadas con cada momento también podrían desarrollarse en otro.

Tabla 5. Momentos de un taller PAUTA y las habilidades para la ciencia esperadas para que desarrolle el estudiante.		
<i>Taller PAUTA</i>		
<i>Momento</i>	<i>Acciones</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Presentación</i>	<i>Presentación de los materiales</i>	<i>A. Definir el problema e identificar los aspectos relevantes</i>
	<i>Organización de los equipos</i>	
	<i>Explicación del problema</i>	<i>B. Elaborar predicciones y conjeturas</i>
<i>Construcción</i>	<i>Exploración del material</i>	<i>C. Probar ideas, predicciones o explicaciones</i>
		<i>D. Identificar y controlar variables</i>
	<i>Planeación y resolución del problema</i>	<i>E. Identificar y recolectar y registrar datos</i>
		<i>F. Identificar y clasificar</i>
<i>Dándole sentido y Extensión del conocimiento</i>	<i>Descripción</i>	<i>H. Identificar patrones y relaciones</i>
	<i>Explicación</i>	<i>I. Justificar las inferencias a la luz de los datos obtenidos (Reflexionar sobre los datos obtenidos)</i>
	<i>Registro y reflexión</i>	<i>J. Sugerir posibles explicaciones basadas en las pruebas</i>
		<i>K. Detallar la solución para un problema</i>
	<i>Relación con lo cotidiano</i>	<i>L. Utilizar lenguaje; escrito, hablado y visual</i>

NOTA: Adecuación de la autora de esta tesis de los “momentos” PAUTA, basada en los documentos base del programa. El inciso I contiene un paréntesis con un segundo nombre porque se presentan redactados de diferentes formas en los documentos de referencia PAUTA

Cada taller es parte de una “secuencia PAUTA” que es un material escrito con un tema científico específico y que reúne tres o cuatro talleres secuenciados necesarios para que los estudiantes puedan construir el concepto científico deseado en aproximaciones sucesivas.

Una secuencia PAUTA contiene dos tipos de materiales:

- a) Descripción general de la secuencia: que contiene el propósito de toda la secuencia, los conceptos que se abordan y cómo se interrelacionan en los talleres propuestos, la importancia de los contenidos, las habilidades para la ciencia que promueve de

forma más enfática la secuencia; junto con una presentación de cada taller que lo conforma.

- b) Guiones para cada taller: En el material escrito “*guion*” para cada taller propuesto se presenta una propuesta de desarrollo del tema, en la que se indica al tallerista qué acciones deben realizarse en cada momento junto con una serie de sugerencias con las que se pretende proporcionar intervenciones o preguntas “modelo” acerca de cómo comenzar a promover el desarrollo de las habilidades en los estudiantes (ver Ilustración 4).

Un guion para taller es un material escrito con una redacción dirigida que propone incluso la forma de plantear preguntas y de integrar equipos, al tiempo que presenta una serie de situaciones que pueden ocurrir durante la sesión y una serie de sugerencias para que el tallerista tenga alguna guía de cómo proceder con cada situación.

Ilustración 4. Guion del taller PAUTA “Flotación”. Extracto de la primera parte.

Ilustración 4. Guion del taller PAUTA “Flotación”. Extracto de la primera parte.		
<p>II. CONSTRUCCIÓN Actuar</p> <p>C: Probar ideas y predicciones</p> <p>D: Identificar y controlar variables</p> <p>E: Identificar, recolectar y registrar datos</p> <p>F: Identificar y clasificar</p> <p>G. Evaluar los datos obtenidos y modificar la acción en consecuencia</p>	<p>Exploración del material</p> <hr/> <p>Resolución del problema</p>	<p>Da libertad a los niños para manipular los objetos, para hacer predicciones y probar ideas. Recorre todos los equipos para identificar si comprenden el problema y conocen cuál es la tarea que tienen que realizar. Cuando sea necesario, explica nuevamente. Revisa constantemente que todos los integrantes del equipo se involucren en la actividad.</p> <p>Cuando todos tengan claro el problema, los equipos deberán buscar las respuestas que requieren.</p> <p>Dependiendo del avance del equipo, realiza preguntas pertinentes que ayuden a los equipos a resolver el reto. Por ejemplo: C: ¿Qué objetos van a probar primero? ¿Por qué? Si están comparando objetos: D: ¿Por qué comparan esos objetos? Si están considerando que el número de objetos influye en que floten o se hundan: D: ¿Por qué ponen todos los objetos en el agua al mismo tiempo? D: ¿La cantidad de agua es importante para que los objetos floten? D: ¿La cantidad de agua es importante para que los objetos se hundan? C: ¿Han probado aventar los objetos al agua o ponerlos con cuidado? ¿Qué ocurre en cada caso? F: ¿Ocurre lo mismo si prueban primero los objetos con forma parecida? ¿Por qué? F: ¿Los objetos flotan o se hunden por el material con que están hechos? ¿Por qué creen eso?</p>

Cada taller se presenta con una misma estructura que contiene un código para ciertas frases. En la columna izquierda se colocan las habilidades (a desarrollar por el estudiante) relacionadas con cada uno de los momentos y cada una de ellas tiene su propio

código de color y letra mayúscula para las impresiones en blanco y negro (como esta). En la columna del lado derecho algunas frases (no todas) se pudieron asociar con determinadas habilidades, es decir el texto marcado con la letra (o color) es un modelo de pregunta que puede plantearse al estudiante con el fin de promover una habilidad específica (la que corresponde a su código).

Por ejemplo en la Ilustración 4, se puede apreciar que la habilidad “D: Identificar y controlar variables” tiene una relación con parte del texto de la columna derecha “D: ¿Por qué comparan estos objetos?, ambas con la letra D.

El programa enuncia claramente en un guion qué habilidades se espera que un estudiante desarrolle cuando participa en los talleres. También queda explícito el concepto científico a construir, los diferentes enfoques que cada taller tiene y la interrelación entre ellos.

1.4. PAUTA y las actividades para el tallerista

En la tabla anterior se encuentran las acciones y habilidades esperadas para el desarrollo de los niños en un taller, pero desde la perspectiva de la actividad docente o del tallerista, el programa PAUTA sólo cuenta con el siguiente material que enuncia de forma explícita lo que se espera de un docente (Tabla 6).

Tabla 6. Momentos de un taller PAUTA y las actividades a realizar por el tallerista.		
	Acciones	Papel del guía
Presentación	Presentar los materiales, Organizar los equipos y Explicar el problema	✓ Introducir la actividad y familiarizar a los estudiantes con el material y en algunos casos con algunos términos del vocabulario.
Construcción	Exploración del material	✓ Asegurarse que los estudiantes comprendieron la tarea. ✓ Verificar que todos los miembros del grupo estén trabajando.
	Planeación y resolución del problema	✓ Hacer preguntas-guía relacionadas con el desarrollo de las habilidades específicas de la actividad. ✓ Invitación a discutir las dificultades encontradas. ✓ Sugerir ver el problema desde diferentes ángulos.
Dándole sentido Y Extensión del conocimiento	Descripción	✓ Ayudar a que los estudiantes describan cómo solucionaron el problema. ✓ Fomentar la participación de todos los estudiantes.
	Explicación	✓ Fomentar el establecimiento de relaciones causales entre variables. ✓ No perder de vista que los alumnos arriben a alguna explicación de por qué funciona. ✓ Pedir justificaciones y explicaciones ✓ Nombrar la(s) estrategia(s) utilizadas y lo aprendido.
	Registro y reflexión	✓ Pedirles que registren su experiencia ✓ Fomentar la creatividad de los estudiantes.
	Relación con lo cotidiano	✓ Plantear nuevas situaciones en las que se utilice la habilidad. ✓ Sugerir relaciones con lo cotidiano.

NOTA: Adaptación de la tabla original presentada en el documento de García *et al.*⁹².

En contraposición con las habilidades para la ciencia que se espera que desarrollen los estudiantes, que se presentan con una descripción elaborada y algunos ejemplos, las actividades que debe desarrollar el tallerista se presentan con el enunciado correspondiente sin mayor explicación ni sugerencia.

92 GARCÍA-FRANCO, A. *et al.* *Op. cit.* p. IX

La indagación

2. *La indagación*

Indagación es un término que acuña Dewey⁹³ en 1910 para hacer énfasis sobre el desarrollo de actitudes y habilidades en lugar de la acumulación de información en el aprendizaje de la ciencia.⁹⁴ Desde entonces una diversidad de educadores e investigadores lo han utilizado y ha tenido varias modificaciones e interpretaciones durante el siglo XX⁹⁵.

John Dewey propone la indagación en lugar del método científico porque consideraba que se tenía un gran énfasis en los hechos sin suficiente énfasis para pensar en ciencia⁹⁶. En el modelo de Dewey el estudiante está involucrado activamente y el profesor tiene la función de facilitador, además recomendó la inclusión de la indagación en los curricula de ciencias desde preescolar hasta secundaria, y se pronunció porque se empezara a formar a los nuevos maestros en la indagación. Por último recomendó que se parta de alguna experiencia actual y real del niño, se identifique un problema o dificultad a partir de esa experiencia, se revisen los datos disponibles y se busquen posibles soluciones, se formulen hipótesis de solución, y se compruebe la hipótesis por medio de la experimentación. Los problemas presentados a los estudiantes deben tener relación con su propia experiencia y ser accesibles de acuerdo con su nivel intelectual y académico, con esto se espera que los alumnos sean sujetos activos y responsables de la construcción de su conocimiento.⁹⁷

Reneé Schwartz afirma que desde 1938 ya se centraban esfuerzos por enfatizar las habilidades procedimentales de los científicos⁹⁸. En 1964 Novak⁹⁹ expresa que “la indagación es una serie de comportamientos involucrados en los seres humanos para encontrar explicaciones razonables de un fenómeno acerca del cual se quiere saber algo”.

93 JOHN DEWEY. Science as subject-matter and as method.

94 NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Inquiry and the national Science Education Standards.

95 LLOYD BARROW. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards.

96 JOHN DEWEY. Op. Cit.

97 JOHN DEWEY. The school and society.

98 RENEÉ SCHWARTZ, Lederman, N., y Crawford, B. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. p. 614.

99 ALFRED NOVAK. Scientific inquiry.

Por su parte Rutherford¹⁰⁰ expresa que la indagación “se alcanza cuando el contenido y los conceptos son comprendidos en el contexto de cómo fueron descubiertos y esto permita que puedan ocurrir futuras indagaciones” lo cual es más útil en el ámbito científico que en el educativo. Minstrell¹⁰¹ considera que la indagación completa ocurre si “sabemos algo que no sabíamos cuando empezamos. Incluso cuando nuestra investigación falla en encontrar la respuesta; al menos la indagación nos permitirá tener un mayor entendimiento sobre los factores involucrados en alcanzar la solución”.

Lederman incluye la siguiente frase: “La indagación científica se extiende más allá del desarrollo de las habilidades del proceso, tales como observar, inferir, clasificar, predecir, medir, cuestionar, interpretar y analizar datos. La indagación científica incluye a los procesos tradicionales de la ciencia, pero también se refiere a la combinación de estos procesos con el conocimiento científico, el razonamiento científico y el pensamiento crítico para desarrollar ese conocimiento científico.”¹⁰²

Como se puede observar en estas aportaciones, se podrían inferir los sujetos “los investigadores”, pero no se precisan explícitamente. A continuación se presenta uno referido exclusivamente a los investigadores: en 1996 el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos de América (NRC, por sus siglas en inglés)¹⁰³ y Martin-Hansen¹⁰⁴ en el año 2002 explican que la indagación se refiere a las formas y actividades que el investigador realiza para estudiar el mundo, junto con las explicaciones que propone basadas en las pruebas obtenidas. Por su parte, Schwartz *et al.*¹⁰⁵ mencionan que la indagación científica se refiere a los métodos y a las actividades que llevan al desarrollo del conocimiento científico.

En los párrafos anteriores podemos encontrar una aproximación de la indagación: la indagación científica, que es realizada por los investigadores y que se interpreta como un

100 F. JAMES RUTHERFORD. The role of inquiry in science teaching.

101 JIM MINSTRELL y E. Van Zee (Eds) Inquiring into inquiry learning and teaching in science.

102 NORMAN G. LEDERMAN, Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction, p. 308-309.

103 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The National Science Education Standards. p. 23.

104 LISA MARTIN-HANSEN. Defining Inquiry.

105 SCHWARTZ, R. *et al.* *Op. Cit.* p. 612.

método, una serie de actividades o una serie de comportamientos que permiten construir conocimiento científico.

2.1. La indagación educativa

La indagación entendida como propuesta pedagógica se puede ver en los siguientes párrafos. En 1960 Schwab¹⁰⁶ menciona que el proceso de indagación está comprendido por lo siguiente: “hacer uso de laboratorio, lectura y uso de reportes de investigación, discusión de problemas y datos, interpretación de datos, interpretación y discusión del papel de la tecnología, llegar a conclusiones alcanzadas por científicos; de esta forma establece una visión de la educación científica mediante la indagación”. Más adelante, en 1990 Uno¹⁰⁷ expresa que la indagación es “un método pedagógico que combina actividades de manos en la masa con discusiones centradas en los estudiantes y el descubrimiento de conceptos.”

En el 2009 Oliveira¹⁰⁸ explica que “la enseñanza basada en la indagación es comúnmente definida como un modo instruccional en el que el profesor de ciencia renuncia, al menos parcialmente, a su papel de experto en ciencia al ceder derechos instruccionales como proveer respuestas correctas, decir a los estudiantes qué hacer y evaluar las ideas de los estudiantes.” El NRC¹⁰⁹ también explica que la indagación se refiere a las actividades de los estudiantes en las que desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas.

En lo que respecta al aprendizaje y a la enseñanza basada en la indagación Duschl y Grandy¹¹⁰ y Abd-El-Khalick¹¹¹, mencionan que hay una variedad de términos relacionados en la literatura: proceso científico, diseño de experimentos, método científico, recabar y analizar datos, aproximación experimental, elaborar conclusiones, resolución de problemas,

106 JOSEPH SCHWAB. Enquiry, the science teacher, and the educator.

107 GORDON UNO, G. Inquiry in the classroom. p. 841.

108 ALANDEOM OLIVEIRA, “Kindergarten, can I have your eyes and ears?” politness and teacher directive choices in inquiry-based science classrooms. p. 804

109 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The National Science Education Standards. p. 23.

110 RICHARD DUSCHL y Grandy, R. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates.

111 FOUAD ABD-EL-KHALICK, Boujaude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Hoftein, A., Niaz, M., Treagust, D. y Yuan, H. Inquiry in Science Education: International Perspectives.

formular hipótesis, concebir problemas, estrategias metodológicas, pensamiento independiente, buscar y explorar preguntas, trabajo práctico [experimental], entre otras. Entre las más recientes se encuentran la enseñanza de tipo: “manos sobre...” (“*hands-on*”), -que en particular esta identificación de “indagación” con “experimentación” sin el proceso de análisis, reflexión y comunicación ha presentado evaluaciones negativas en el aprendizaje de la ciencia- y el posterior complemento “manos a la obra-mentes trabajando” (*hands-on and minds-on*^{112,113}); la aproximación por descubrimiento o el desarrollo de procesos y habilidades relacionadas con el método científico, entre otras.

Si bien todos los conceptos mencionados están relacionados de alguna forma, la enseñanza basada en la indagación educativa no es sinónimo de ninguna de ellas. Las concepciones más generalizadas que se tienen sobre indagación educativa son cuatro:

- a) fomentar el cuestionamiento
- b) desarrollo de estrategias de enseñanza
- c) manos a la obra-mentes trabajando
- d) fomentar las habilidades experimentales.¹¹⁴

De forma muy amplia se puede decir que enseñar a través de la indagación permite a los estudiantes el desarrollo de habilidades a partir de la conceptualización de una pregunta y de la búsqueda de posibles explicaciones que den respuesta. Garritz¹¹⁵ expresa que la indagación debe ser tanto un medio -la indagación como enfoque instruccional- como un fin de la enseñanza -la indagación como finalidad del aprendizaje.

112 AVI HOFSTEIN, Navon, O., Kipnis, M. Mamlok-Naaman.,R. Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions.

113 NATALIA ARANGO, Elfi Chavez, M., Feinsinger, P. Enseñanza de ecológica en el patio de la escuela EEPE. Guía metodológica para la enseñanza de ecología en el patio de la escuela.

114 FLOR REYES-CÁRDENAS y Padilla, Kira. La indagación y la enseñanza de las ciencias. p. 415

115 ANDONI GARRITZ. Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. p. 147.

Así, la enseñanza y el aprendizaje basados en la indagación científica se han caracterizado de varias formas a través de los años^{116,117,118}: desde enfatizar la naturaleza activa del estudiante, pasando por el descubrimiento, el desarrollo de procesos y habilidades en los estudiantes, hasta las que se centran en el método científico (en cualquiera de sus perspectivas, propuesta originalmente por Schwab). A este respecto, de acuerdo con Barrow y Martin-Hansen, no existe un acuerdo^{119,120} ni definición generalizada del concepto de indagación en el campo de educación en ciencias.

Como puntos de encuentro se puede caracterizar a la indagación educativa como un método pedagógico o un modo instruccional, con un papel activo del estudiante, e importancia en la participación del docente.

Anderson¹²¹ en el 2007 propone una clasificación de tres formas diferentes en que la NRC utiliza la palabra indagación en sus documentos: la “indagación científica” (scientific inquiry, “las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo”); la enseñanza (“el enfoque pedagógico que emplean los profesores con el diseño y el uso del currículo que permite la investigación en la clase o el laboratorio”); y el aprendizaje (“la indagación también se refiere a las actividades de los estudiantes en la que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas”) basados en la indagación. Así de acuerdo con Reyes-Cárdenas y Padilla¹²² y Anderson¹²³ “...existen, al menos, tres visiones de lo que es la indagación: i) lo que hacen los científicos; ii) lo que hacen y aprenden los estudiantes; iii) lo que saben y saben hacer los profesores en el aula.”

De acuerdo con Bybee¹²⁴, concluyen Reyes-Cárdenas y Padilla que: “La enseñanza y el aprendizaje basados en la indagación deben integrar tres componentes: (1) habilidades

116 ALLAN COLLINS, A. A sample dialogue based on a theory of inquiry teaching.

117 GEORGE DEBOER. A history of ideas in science education. Implications for practice.

118 STEVEN RAKOW. Teaching science as inquiry.

119 BARROW, L. *Op. Cit.*

120 MARTIN-HANSEN, L. *Op. Cit.*

121 RONALD ANDERSON. Inquiry as an organizing theme for science curricula.

122 REYES-CÁRDENAS, F. *et al. Op. Cit.* p. 417.

123 RONALD ANDERSON. *Op. Cit.*

124 RODGER BYBEE. Scientific Inquiry and science teaching.

de indagación (lo que deben hacer los estudiantes); (2) el conocimiento acerca de la indagación (lo que se debe comprender de la naturaleza de la indagación) y; (3) una aproximación pedagógica para la enseñanza de los contenidos científicos (lo que deben hacer los docentes)”¹²⁵

2.1.1. Dimensión de aprendizaje

De acuerdo con la NRC, la indagación incluye hacer observaciones; plantear preguntas; examinar fuentes de información; planear investigaciones; revisar lo conocido a la luz de las pruebas obtenidas; utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados¹²⁶. En el ámbito de los estudiantes se explicita que busca formar individuos que: sean capaces de analizar un fenómeno; se puedan comprometer con un cuestionamiento de investigación; puedan recolectar y documentar pruebas durante la investigación; puedan analizar estos datos; puedan inferir resultados con ellos; puedan comparar estos resultados con otra información relevante al mismo tema o proporcionada por sus pares; y puedan comunicarse con otros individuos durante todo el proceso. “El aprendizaje de la ciencias es algo que los alumnos hacen, no algo que se les hace a ellos... la indagación es central para el aprendizaje de las ciencias. Al comprometerse en la indagación, los estudiantes describen objetos y fenómenos, elaboran preguntas, construyen explicaciones, prueban estas explicaciones contra lo que se sabe del conocimiento científico, y comunican sus ideas a otros. Los estudiantes identifican sus suposiciones, utilizan el pensamiento crítico y lógico, y consideran explicaciones alternativas. De esta forma, los estudiantes desarrollan activamente su comprensión de la ciencia al combinar el conocimiento científico con las habilidades de razonamiento y pensamiento”¹²⁷

El NRC en el año 2000 publicó *Inquiry and the National Science Education Standards*¹²⁸, donde identificó las siguientes cinco cuestiones esenciales acerca de la

125 REYES-CÁRDENAS, F. *et al. Op. Cit.*

126 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The National Science Educational Standards. p. 23

127 *Ibidem* p. 2

128 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Inquiry and the national Science Education Standards.

indagación que deben tratarse en el sistema educativo independientemente del nivel de los estudiantes:

1. Preguntas orientadas científicamente que atraigan a los estudiantes;
2. Pruebas colectadas por los estudiantes que les permitan desarrollar y evaluar sus explicaciones a las preguntas en 1;
3. Explicaciones derivadas por los estudiantes a partir de las pruebas para atacar las preguntas en 1;
4. Evaluación de sus explicaciones, las cuales pueden incluir explicaciones alternas que reflejen su comprensión científica; y
5. Comunicación y justificación de las explicaciones propuestas.

Para que la enseñanza de los estudiantes esté acorde con la indagación, los estudiantes deben aprender¹²⁹: los contenidos y principios básicos de ciencia; la comprensión de la naturaleza de la ciencia como parte del desarrollo procedimental de los científicos; y las habilidades, razonamiento científico y las destrezas.

Tabla 7. Comprensión de la indagación.
1. La investigación requiere cuestionar y contestar preguntas, así como comparar las respuestas con la información que ya se sabe del mundo;
2. Diferentes preguntas sugieren diferentes tipos de investigaciones científicas;
3. Los científicos desarrollan explicaciones utilizando la observación (pruebas) y lo que ya saben acerca del mundo (conocimiento científico previo);
4. Las matemáticas son importantes en todos los aspectos de la indagación;
5. Los instrumentos dan más información que la que se obtiene si se utilizan únicamente los sentidos;
6. Las explicaciones científicas hacen énfasis en las pruebas, tiene una coherencia lógica en sus argumentaciones y utilizan principios, modelos y teorías científicas; y
7. Los científicos hacen públicos los resultados de su investigación y describen en qué formas pueden otros científicos reproducir, revisar y formular preguntas acerca de la investigación.

129 DEREK HODSON. Teaching and Learning Science

La comprensión¹³⁰ se refiere a que los estudiantes sean capaces de entender el proceso de indagación a través de los siguientes puntos presentados en la tabla anterior.

De acuerdo con la NAS¹³¹, las habilidades necesarias para hacer indagación educativa son habilidades cognitivas que van más allá de lo que en ciencias se ha denominado habilidades del proceso científico, como son observación, inferencia y experimentación¹³². Las habilidades de indagación requieren a los estudiantes entramar estos procesos con el conocimiento científico y el pensamiento crítico para desarrollar su comprensión de la ciencia. “En este tipo de actividades [indagación] los estudiantes presentan un mayor éxito en comprender conceptos”¹³³.

Como el estudio del mundo natural se puede llevar a cabo en una variedad de acciones y en diferente orden, dependiendo del problema de estudio, parece lógico pensar que será difícil delimitar las acciones relacionadas con la indagación educativa en la dimensión de aprendizaje, sin embargo el NRC¹³⁴ concilia cinco habilidades (Tabla 8).

Estas habilidades son las que se espera que los estudiantes desarrollen en un aprendizaje basado en la indagación educativa y en la tabla se presenta el detalle de la expectativa de desarrollo de acuerdo con el nivel académico del estudiante.

“Las habilidades y la comprensión de la indagación no se pueden desarrollar ni utilizar en el vacío. La indagación está íntimamente conectada con preguntas científicas — los estudiantes deben indagar utilizando lo que saben previamente y el proceso de indagación debe contribuir a su conocimiento¹³⁵”

130 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. . Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning. p.13.

131 *Ídem*.

132 ROBIN MILLAR y Driver, R. Beyond process.

133 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. *Op. Cit.* p. 202.

134 NATIONAL RESEARCH COUNCIL Inquiry and the national Science Education Standards.

135 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. *Op. Cit.* p.13.

Tabla 8. Habilidades para la indagación.		
Habilidades	1ª a 3ª primaria	4ª a 6ª primaria
Los estudiantes se comprometen con cuestionamientos científicos.	Identificar preguntas que pueden responderse a través de una investigación científica.	Identificar preguntas y conceptos que guíen investigaciones científicas.
	Diseñar y construir una investigación científica.	Diseñar y conducir investigaciones científicas.
Los estudiantes le dan prioridad a las pruebas, lo que permite que desarrollen y evalúen explicaciones que respondan al cuestionamiento original.	Emplear herramientas y técnicas apropiadas para obtener, analizar e interpretar los datos.	Uso de la tecnología y las matemáticas para mejorar las investigaciones y comunicaciones.
Los estudiantes formulan explicaciones a partir de las pruebas para responder la pregunta.	Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y modelos utilizando las pruebas	Formular y revisar explicaciones y modelos científicos utilizando la lógica y las pruebas
	Pensar críticamente y lógicamente para generar relaciones entre las pruebas y las explicaciones	
Los estudiantes evalúan sus explicaciones a la luz de diferentes explicaciones, particularmente aquellas que muestren una comprensión científica.	Reconocer y analizar explicaciones y predicciones alternativas.	Reconocer y analizar explicaciones y modelos alternativos
Los estudiantes comunican y justifican sus explicaciones propuestas.	Comunicar los procedimientos y explicaciones científicos	Comunicar y defender un argumento científico.
	Uso de matemáticas en todos los aspectos de la indagación.	

Aunque existen variaciones en el aprendizaje basado en la indagación, se encuentran en todas ellas la mayoría de las siguientes características:

1. “Hay un énfasis en los estudiantes como científicos;
2. Es responsabilidad (al menos parcial) de los estudiantes elaborar hipótesis, diseñar experimentos, hacer predicciones, escoger variables dependientes e independientes, decir cómo analizarán los resultados, identificar suposiciones, entre otras;
3. Se espera que los estudiantes comuniquen sus resultados y presenten sus conclusiones apoyadas en los datos que han colectado;

4. Los conceptos detrás de un experimento deben poder ser deducidos por los estudiantes dentro de la sesión,
5. Los resultados pueden ser predichos por los estudiantes aunque no los deben conocer de antemano; y
6. Los resultados que no sean congruentes con la hipótesis no se consideran como fracaso, sino como una oportunidad de repensar su razonamiento”¹³⁶.

Una vez determinado qué es lo que se espera de los estudiantes debemos clarificar que se espera de los profesores (o talleristas) al conducir una sesión en contextos de indagación.

2.1.2. Dimensión de enseñanza

La indagación educativa, de acuerdo con Daphne Minner *et al.*¹³⁷, tiene ya repercusiones importantes en varios países, entre ellos Estados Unidos de América, Australia, Inglaterra y la Comunidad Europea, en los cuales desde su política educativa han impulsado a la enseñanza basada en la indagación como medio para mejorar la comprensión de los estudiantes en conceptos y procedimientos científicos. De acuerdo con Daphne Minner, John Bencze¹³⁸ explica que los nuevos enfoques que se han utilizado en el currículo de diversos países han sido influenciados por los documentos de la NRC^{139,140}.

Con base en los documentos de la NRC, Martin-Hansen¹⁴¹ presenta cuatro tipos indagación: Indagación abierta; indagación guiada; indagación acoplada e indagación estructurada:

- a) *Abierta o completa*: El estudiante elije el problema a indagar, el protocolo de investigación y conduce su propia investigación. “Tiene un enfoque centrado en el

136 DONALD FRENCH y Russell, C. Do graduate Teaching assistants benefit from teaching Inquiry-based laboratories? p. 1036

137 DAPHNE MINNER, Levy, A., Century, J. Inquiry-Based Science Instruction- What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002.

138 JOHN BENCZE. “Polite directivness” in science inquiry: a contradiction in terms? p. 862.

139 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The National Science Educational Standards.

140 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Inquiry and the national Science Education Standards.

141 MARTIN-HANSEN, L. *Op. Cit.*

estudiante que empieza por una pregunta que se intenta responder mediante el diseño y conducción de una investigación o experimento y la comunicación de resultados”.

- b) *Guiada o semi-estructurada*: El profesor apoya al estudiante con la pregunta o problema de investigación a resolver y los estudiantes deciden como aproximarse al problema. Los materiales y una serie de cuestionamientos que les permiten guiar su investigación pueden ser seleccionados con antelación por el profesor.
- c) *Acoplada*: Es una combinación de las dos anteriores, el profesor elige la pregunta o fenómeno inicial pero los estudiantes pueden proponer otras preguntas relacionadas con la primera. En general, para este tipo de indagación se propone un ciclo el cual consiste en los siguientes puntos:
 - 1. invitación a la indagación, la cual consiste en presentar un fenómeno y se pide a los alumnos que lo expliquen con base en lo que saben;
 - 2. indagación guiada, los estudiantes repiten el fenómeno realizado por el profesor, pero se les pide que hagan modificaciones al mismo;
 - 3. indagación abierta, los estudiantes discuten los resultados del paso anterior y elaboran preguntas para las cuales hacen una predicción de lo que sucederá, planean cómo coleccionarán los datos y llevan a cabo la investigación correspondiente. Finalmente, los estudiantes, con base en sus resultados, deben proponer una “generalización” y dar una explicación que la sustente;
 - 4. resolución de la indagación, los grupos de estudiantes comparten sus resultados y generalizaciones. Se proporciona información bibliográfica adicional y se les pide que verifiquen la coherencia entre sus resultados y lo reportado en la literatura;
 - 5. evaluación: el profesor plantea un problema que debe resolverse haciendo uso del conocimiento adquirido.

Tabla 9. Tipos de indagación.				
	Variaciones			
	Abierta	Acoplada	Semi-estructurada	Estructurada
El estudiante se compromete con cuestionamientos científicos	El estudiante plantea la pregunta	A partir de las preguntas planteadas, el estudiante plantea una nueva	El estudiante clarifica o afina la pregunta presentada por el profesor	El estudiante se compromete con la pregunta planteada por su profesor
El estudiante da prioridad a las pruebas cuando responde preguntas	El estudiante formula explicaciones después de analizar y discriminar las pruebas	El estudiante es guiado en el proceso de formular explicaciones a partir de las pruebas	Al estudiante se le dan ciertos datos y se le pide que los analice	Al estudiante se le dan ciertos datos y la forma en que debe analizarlos
El estudiante formula explicaciones a partir de las pruebas	El estudiante examina de forma independiente otras fuentes y posibles formas de relacionar las explicaciones	El estudiante es dirigido a y espacios y fuentes de conocimiento científico	Al estudiante se le proporcionan formas en las que puede usar las pruebas para formular una explicación	Al estudiante se le proporciona las pruebas.
El estudiante conecta las explicaciones con el conocimiento científico	El estudiante formula argumentos lógicos para comunicar sus explicaciones	El estudiante es orientado en el desarrollo de la comunicación	Se le proporciona al estudiante las posibles conexiones	
El estudiante comunica y justifica sus explicaciones			Al estudiante se le presenta una guía para mejorar sus comunicaciones	Se le da al estudiante una serie de pasos y procedimientos para la comunicación
más -----Auto-dirección del estudiante-----menos				
menos -----Dirección del profesor o del material-----más				

- d) *Estructurada o dirigida: El profesor dirige toda la actividad y los estudiantes siguen instrucciones. De acuerdo con Reyes y Padilla¹⁴² “por ello es importante darles a los estudiantes la libertad de expresar sus ideas y de, en su caso, tomar decisiones relacionadas con la investigación.”*

En la Tabla 9, se pueden observar las principales variaciones que hay entre los tipos de indagación y las expectativas para los estudiantes con relación a las habilidades a desarrollar. Por ejemplo en indagación abierta el estudiante tiene más auto-dirección y en indagación estructurada más dirección del profesor.

En lo particular para el tipo de cuestionamientos que se pueden plantear, de acuerdo con Dillon¹⁴³ las preguntas usualmente son presentadas por los profesores y unas escasas por los estudiantes que no emergen espontáneamente sino que deben ser fomentadas; en adición reporta que en los casos en los que los estudiantes han planteado una pregunta estas son de tipo informativo. Zoller¹⁴⁴ manifiesta que el cuestionamiento es un componente importante en el mundo real y que involucra a resolución de problemas y el proceso de toma de decisiones.

Hay diferentes tipologías propuestas de preguntas generadas por profesores y estudiantes en entornos de la enseñanza de la ciencia y de indagación y se encontraron cuatro relevantes. La primera propuesta por Lustick¹⁴⁵ agrupa las preguntas que plantean los profesores en cinco: Preguntas de diccionario, Preguntas de enciclopedia, Preguntas de libro de texto, Preguntas Google y Preguntas “de avanzada”. Por su parte Chamizo y Hernández¹⁴⁶ clasifican las preguntas construidas por alumnos en: cerradas, semi-cerradas y abiertas. En el estudio que realizan Hofstein *et al*¹⁴⁷ se clasifican las preguntas que los estudiantes plantean en tipos de preguntas de bajo nivel (¿qué es?, ¿qué paso?) y alto nivel

142 REYES-CÁRDENAS, F. *et al. Op. Cit.* p. 417

143 JAMES DILLON. The remedial status of student questioning.

144 URI ZOLLER. The Fostering of question-asking capability- a meaningful aspect of problem solving in chemistry

145 DAVID LUSTICK, The Priority of the Question: Focus Questions for Sustained Reasoning in Science.

146 JOSÉ ANTONIO CHAMIZO y Gisela Hernández. Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico personalizado.

147 AVI HOFSTEIN, Navon, O., Kipnis, M. y Mamlok-Naaman, R., Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratorie.

(¿A influencia el comportamiento de B?). Por último Chin¹⁴⁸ a partir de las preguntas de investigación que los estudiantes se plantean presenta una tipología en dos grupos primordiales: preguntas no investigables e investigables; y una adicional a la que denomina preguntas productivas (de centrar atención, medir, comparar, y de resolución de problemas) que sirven para que los profesores pueden apoyar para que los estudiantes conviertan una pregunta no investigativa en una investigativa.

De acuerdo con Bybee¹⁴⁹ que se basa en los documentos de NRC, tomar en cuenta a la indagación y las estrategias de enseñanza reúne diversos dominios de la educación; ya que se deben de considerar los elementos esenciales de la indagación como elementos aplicables en los resultados de enseñanza y estrategias didácticas; se requiere reconocer lo que sabemos acerca de cómo aprenden ciencia los estudiantes; y finalmente, los dominios mencionados arriba deben ser sintetizados en los currícula de ciencia de forma tal que comprometa los resultados de la enseñanza y la comprensión y usabilidad por los profesores en las aulas.

Se espera que los profesores promuevan en los estudiantes la curiosidad y el desarrollo de habilidades relacionadas con la indagación, mientras que promueven que los estudiantes propongan y lleven a cabo actividades de investigación para probar sus ideas. Se hace énfasis en que la educación debe otorgar a los alumnos: los conceptos y principios básicos de ciencia, el razonamiento y las habilidades procedimentales y comprender la naturaleza de la ciencia como una forma particular del desarrollo humano¹⁵⁰.

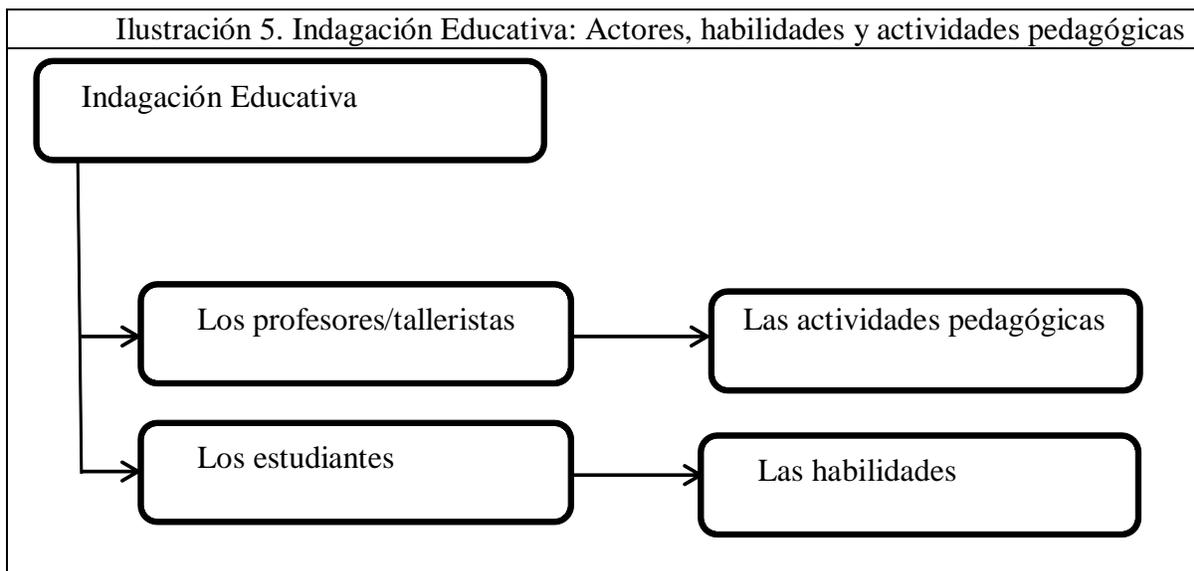
“Para que un profesor guie una sesión basada en la indagación científica debe desarrollar capacidades para el diseño pedagógico, así como la habilidad para poner en la práctica una variedad de recursos personales y curriculares para promover el aprendizaje del estudiante. El profesor debe alejarse de una enseñanza directiva y acercarse a una enseñanza desde el modelaje, guía, facilitación, y la evaluación continua en un trabajo

148 CHRISTINE CHIN, *Posing Problems and Asking Investigative Questions*.

149 BYBEE, R. *Op. Cit.*

150 HODSON, D. *Op. Cit.*

colaborativo de los estudiantes”¹⁵¹ Así una clase basada en la indagación mientras los estudiantes deben desarrollar habilidades, el profesor debe desarrollar actividades pedagógicas para poder promover en los estudiantes la comprensión de las ideas científicas (Ilustración 5).



Joseph Schwab^{152,153} en 1960, sugirió que los profesores presenten la ciencia como una indagación y que los estudiantes la utilicen para aprender los conocimientos de ciencia. Para lograr estas metas, Schwab recomienda que los profesores utilicen primero el laboratorio con experimentos en lugar de empezar por una clase teórica de ciencia.

Los estándares nacionales de los Estados Unidos de América (Documentos de la NRC) están pensados para apoyar a los docentes en la enseñanza de las ciencias naturales, sin embargo no se hace énfasis en las actividades que deben realizar los profesores (o guías de la actividad) para conducir una actividad basada en la indagación. Por lo que de nuevo me referiré a las habilidades que deben desarrollar los estudiantes comenzando con la propuesta de Rodger Bybee¹⁵⁴.

151 NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. Inquiry: Thoughts, views, and strategies for the K–5 classroom. Volume 2 of Foundations. p. 82

152 JOSEPH SCHWAB. *Op. Cit.*

153 JOSEPH SCHWAB. The teaching of science.

154 RODGER BYBEE. Teaching science as inquiry.

“Identificar preguntas que puedan ser respondidas a través de la investigación científica;

Diseñar y conducir una investigación científica;

Usar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos;

Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y modelos al utilizar las pruebas obtenidas;

Pensar crítica y lógicamente para establecer la relación entre las pruebas y la explicación;

Reconocer y analizar explicaciones alternas y predicciones;

Comunicar procedimientos científicos y explicaciones; y

Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación científica.”

Por su parte Samia Khan considera que es importante:

“Identificar un problema y reunir información;

Hacer predicciones;

Hacer sentido de las observaciones y buscar patrones en la información;

Usar analogías e intuición física para conceptualizar los fenómenos;

Generar relaciones hipotéticas entre las variables;

Analizar y representar datos;

Postular factores causales potenciales;

Trabajar con las pruebas obtenidas para desarrollar y revisar las explicaciones;

Evaluar la consistencia empírica de la información;

Formular y manipular modelos mentales o físicos (modelado);

Coordinar los modelos teóricos con la información; y

Compartir lo que se ha aprendido durante la indagación con otras personas.”

Tomando en cuenta las cuestiones esenciales de la indagación ya revisadas (lo propuesto por Schwab, la NCR, Bybee y Khan), Espinoza *et al*¹⁵⁵. “seleccionaron siete actividades pedagógicas relacionadas con la indagación” (Tabla 10) y expresan una serie de actividades para explicar que quiere decir “diseñar y conducir trabajo de investigación” que se encuentran en el pie de esta página.

Tabla 10. Actividades pedagógicas relacionadas a la indagación educativa
A. Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación
B. Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes;
C. Reunir información bibliográfica para que sirva de pruebas
D. Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas obtenidas
E. Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes
F. Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones ¹⁵⁶
G. Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación

Se espera que para virar de la enseñanza tradicional a la indagación los profesores promuevan que los alumnos (y ellos mismos) formulen todo tipo de preguntas que permitan analizar mejor lo que están haciendo. La justificación de las decisiones de los alumnos es fundamental ya que deben presentar pruebas y herramientas analíticas para derivar una aseveración científica, por lo que la tarea del profesor es apoyar al estudiante a que ocurra lo anterior.

Este proyecto de investigación se enfoca en las habilidades pedagógicas de talleristas (guías) que imparten actividades de ciencias naturales en las que se promueve explícitamente el desarrollo de habilidades en el nivel básico.

155 ESPINOSA-BUENO, Silvia, Labastida-Piña, D., Padilla, K. y Garritz, A., Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess It and Its Application to High School In-Service Science Teachers. p. 604

156 Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones implica lo siguiente: Reflexionar sobre las observaciones y fomentar la búsqueda de patrones en la información; Generar relaciones hipotéticas y pruebas entre las variables; Postular factores causales potenciales; Evaluar la consistencia empírica de la información; Hacer uso de analogías y/o de la intuición para ayudar a conceptualizar los fenómenos; Formular y manipular modelos físicos y mentales; Utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos; Pensar crítica y lógicamente para desarrollar predicciones, explicaciones, y modelos empleando las pruebas; Coordinar los modelos teóricos con la información; Evaluar las explicaciones alcanzadas, con algún modelo científico; Comunicar hechos y procedimientos científicos en la clase

2.2. PAUTA e indagación educativa

Es importante mencionar que aunque PAUTA no se pronuncia como un programa basado en la indagación educativa, se presentan a continuación los motivos que permiten trabajar el programa PAUTA con el marco teórico de la indagación:

- a) Centra la acción educativa en el estudiante como responsable de su aprendizaje;

Suparna Chatterjee *et al.*¹⁵⁷ expresan que “las bases teóricas de la enseñanza basada en la indagación residen en el constructivismo”. El programa PAUTA expresa que: “las actividades que se propongan dentro del proyecto deben buscar que los estudiantes construyan conocimiento científico (entendido como el conocimiento acerca del mundo natural y el conocimiento acerca de la ciencia misma, sus métodos y sus objetivos), pero que puedan utilizarlo para identificar temas científicos, explicar los fenómenos de forma científica y utilizar la evidencia científica para obtener conclusiones.”¹⁵⁸ En este enunciado se puede leer que los estudiantes construyen el conocimiento lo cual es propio de una visión constructivista, contrario a adquirir o retener tal conocimiento, lo que marcaría una visión positivista. Así se plantea que el estudiante es responsable de la construcción de su conocimiento, de la misma manera, Dewey y Schwab plantean que en la indagación el estudiante es un sujeto activo por lo tanto responsable de su aprendizaje.

De acuerdo con Reyes-Cárdenas y Padilla en la indagación el “enfoque didáctico se centra en el constructivismo haciendo uso del trabajo colaborativo y enfatizando el papel del estudiante como sujeto activo y responsable de su aprendizaje.”¹⁵⁹

157 SUPARNA CHATTERJEE, Williamson, V., McCann, K. y Peck, L. Surveying students' attitudes and perceptions toward guided- inquiry and open-inquiry laboratories. p. 1427

158 ALEJANDRA GARCÍA-FRANCO, Calderón-Canales, E., García-Rivera, B. y Flores-Camacho, F. Las actividades PAUTA y el desarrollo de habilidades para la ciencia. p. i

159 REYES-CÁRDENAS, F. *et al. Op. cit.* p. 420

b) Plantea el desarrollo de habilidades para los estudiantes.

En PAUTA “para el desarrollo de habilidades para las ciencias se propone la realización de actividades que las consideren de forma explícita como son: La búsqueda mediante acciones y razonamientos; la explicación y resolución de problemas mediante la manipulación de objetos concretos y retos intelectuales y mediante la generación de situaciones que les permitan reflexionar y buscar explicaciones en las que relacionen los objetos y fenómenos a partir de los cuales puedan expresar sus ideas. Esto se lleva a cabo mediante un proceso lento y gradual que requiere el uso de habilidades e ideas en contextos diferentes.”¹⁶⁰

La indagación también plantea el desarrollo de habilidades y en la Tabla 11 se observan comparadas en bloques con las habilidades para PAUTA.

1. Hay una correspondencia entre que un estudiante se comprometa con un cuestionamiento científico con la identificación de aspectos relevantes de un problema, definir y analizar el problema y elaborar predicciones.
2. Para poder dar prioridad a las pruebas es necesario primero identificar, recolectar, registrar y clasificar datos. Aunque dar prioridad a las pruebas no está relacionada tan claramente con la recolección de datos, pues un estudiante podría recabar sus datos sin dar importancia a los mismos; en la casilla 4 de las habilidades para la ciencia (PAUTA) se incluyen “Evaluar los datos obtenidos, Identificar patrones y relaciones y Justificar las inferencias a la luz de los datos obtenidos” lo cual parece indicar que utilicen los datos para generar inferencias y explicaciones de lo ocurrido.

160 GARCÍA-FRANCO, A. *et al. Op. cit.* p. vii

Tabla 11. Habilidades para la ciencia de PAUTA y habilidades para la indagación educativa.	
Habilidades para indagación ¹⁶¹ .	Habilidades para la ciencia (PAUTA)
1. Los estudiantes se comprometen con cuestionamientos científicos.	A: Definir el problema e identificar los aspectos relevantes B: Elaborar predicciones y conjeturas
2. Los estudiantes le dan prioridad a las pruebas, lo que permite que desarrollen y evalúen explicaciones que respondan al cuestionamiento original.	C: Probar ideas, predicciones o explicaciones D: Identificar y controlar variables E: Identificar, recolectar y registrar datos F: Identificar y clasificar
3. Los estudiantes formulan explicaciones a partir de las pruebas para responder la pregunta.	G: Evaluar los datos obtenidos y modificar la acción en consecuencia H: Identificar patrones y relaciones I: Justificar las inferencias a la luz de los datos obtenidos
4. Los estudiantes evalúan sus explicaciones a la luz de diferentes explicaciones, particularmente aquellas que muestren una comprensión científica.	J: Sugerir posibles explicaciones basadas en las pruebas K: Detallar la solución para un problema
5. Los estudiantes comunican y justifican sus explicaciones propuestas.	L: Utilizar lenguaje: escrito, hablado y visual.

3. La relación de formular explicaciones con las habilidades para la ciencia (PAUTA) no es tan clara. Aunque para generar una explicación se debe detallar la solución de un problema, evaluar los datos obtenidos e identificar patrones y relaciones, esto no necesariamente concluye en la elaboración de una explicación.

Sin embargo en otra parte del texto de PAUTA¹⁶² dice “En esta parte, el tallerista pregunta a los estudiantes “¿por qué funciona de esa forma?”, se trata de promover el establecimiento de relaciones causales entre variables y de que

161 NATIONAL RESEARCH COUNCIL Inquiry and the national Science Education Standards.

162 GARCÍA-FRANCO, A. *et al*, *Op*. Cit. p. vii

los estudiantes hagan conclusiones a partir de la evidencia de la que disponen.”¹⁶³ Por lo que parece indicar que se busca que se generen explicaciones.

4. Evaluar sus explicaciones se puede corresponder si por detallar la solución a un problema y evaluar los datos obtenidos para justificar las inferencias a la luz de los datos obtenidos, se puede entender que las inferencias son justo las explicaciones y en ambos casos se pide que se evalúen.
5. Finalmente los alumnos deben comunicar y justificar sus explicaciones mediante el lenguaje hablado escrito y visual. De nuevo no es suficiente que utilicen estas formas del lenguaje para necesariamente comunicar sus explicaciones. Para establecer la relación con más claridad cito otra parte del texto de PAUTA: “En esta parte de la actividad se pide a los estudiantes que escriban o dibujen sobre la experiencia, se puede sugerir que cuenten lo que hicieron y que expliquen por qué lo hicieron así, o bien por qué funciona de esa forma.”¹⁶⁴

c) Concibe la acción del guía como un facilitador;

PAUTA plantea que “En este proceso de generar preguntas, plantear hipótesis y desarrollar propuestas experimentales es importante que los estudiantes cuenten con la guía del docente a través de preguntas que les permitan seguir avanzando en el proceso de indagación”¹⁶⁵, mientras que la NAS menciona que “El profesor debe alejarse de una enseñanza directiva y acercarse a una enseñanza desde el modelaje, guía, facilitación, y la evaluación continua en un trabajo colaborativo de los estudiantes”¹⁶⁶

d) Hay una relación entre las actividades para el docente y las del tallerista que se presentan en la Tabla 12, en dónde lo primero que se puede observar es que el

163 *Ídem.*

164 *Ídem.*

165 SEP, Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica Secundaria. Ciencias. p. 116

166 NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. *Op. Cit.* p. 82

contenido de la columna “papel del guía PAUTA” consiste en dar recomendaciones didácticas para el tallerista.

- A. Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación educativa se relaciona con las acciones correspondientes a la introducción del tema a verificar que se ha comprendido la tarea (en este caso la pregunta para responder) y verificar que trabajan todos los miembros.
- B. Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes. La más relacionada es Sugerir ver el problema desde diferentes ángulos. Sin perder de vista que la Invitación a discutir las dificultades encontradas es parte del análisis del problema a resolver.
- C. Reunir información bibliográfica para que sirva de pruebas. No está explícita en los materiales.
- D. Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas obtenidas se relaciona con casi todas las acciones del papel del guía ya que es importante que apoyen a los estudiantes a que: describan cómo solucionarán el problema, establezcan relaciones causales, arriben a una explicación que funciona y justifiquen sus resultados y explicaciones.
- E. Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes se relaciona claramente con Sugerir relaciones con lo cotidiano. Pero no necesariamente con Plantear nuevas situaciones en las que se utilice la habilidad.

Tabla 12. Relación de actividades para pedagógicas de la indagación educativa y de PAUTA		
	<i>Actividades Pedagógicas de la Indagación Educativa</i>	<i>El papel del guía PAUTA</i>
A	Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Introducir la actividad y familiarizar a los estudiantes con el material y en algunos casos con algunos términos del vocabulario.</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Asegurarse que los estudiantes comprendieron la tarea.</i> • <i>Verificar que todos los miembros del grupo estén trabajando.</i>
B	Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hacer preguntas-guía relacionadas con el desarrollo de las habilidades específicas de la actividad.</i> • <i>Invitación a discutir las dificultades encontradas.</i> • <i>Sugerir ver el problema desde diferentes ángulos.</i>
C	Reunir información bibliográfica para que sirva como pruebas;	
D	Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas obtenidas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ayudar a que los estudiantes describan cómo solucionaron el problema.</i> • <i>Fomentar la participación de todos los estudiantes</i> • <i>Fomentar el establecimiento de relaciones causales entre variables.</i> • <i>No perder de vista que los alumnos arriben a alguna explicación de por qué funciona.</i> • <i>Pedir justificaciones y explicaciones</i> • <i>Nombrar la(s) estrategia(s) utilizadas y lo aprendido.</i>
E	Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Plantear nuevas situaciones en las que se utilice la habilidad.</i> • <i>Sugerir relaciones con lo cotidiano.</i>
F	Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones	
G	Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pedirles que registren su experiencia</i> • <i>Fomentar la creatividad de los estudiantes.</i>

F. Diseñar y conducir trabajo¹⁶⁷ de investigación a través de diversas acciones. No se encuentra relacionada propiamente con alguna en específico, pero todas las acciones del papel de guía estarían consideradas en este punto.

G. Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación educativa puede relacionarse con Pedirles que registren su experiencia.

En este apartado no hay una relación tan clara. El tipo de acciones que se encuentran en el papel del guía son de dos tipos: el primero de acciones para llevar a cabo cuestiones de control y manejo de grupo y por otro lado cuestiones que apoyan al desarrollo de habilidades; mientras que todas las actividades pedagógicas están encaminadas al desarrollo de habilidades del estudiante.

e) Se puede considerar que PAUTA realiza actividades de indagación guiada.

Recordemos que en la indagación guiada, el profesor apoya al estudiante con la pregunta o problema de investigación a resolver y los estudiantes deciden como aproximarse al problema; y que en este tipo de indagación los materiales y una serie de cuestionamientos que les permiten guiar su investigación pueden ser seleccionados con antelación. En Tabla 13 se presenta lo que se espera de una indagación guiada para cada habilidad y lo que propone PAUTA en su documento base.

167 Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones implica lo siguiente: Reflexionar sobre las observaciones y fomentar la búsqueda de patrones en la información; Generar relaciones hipotéticas y pruebas entre las variables; Postular factores causales potenciales; Evaluar la consistencia empírica de la información; Hacer uso de analogías y/o de la intuición para ayudar a conceptualizar los fenómenos; Formular y manipular modelos físicos y mentales; Utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos; Pensar crítica y lógicamente para desarrollar predicciones, explicaciones, y modelos empleando las pruebas; Coordinar los modelos teóricos con la información; Evaluar las explicaciones alcanzadas, con algún modelo científico; Comunicar hechos y procedimientos científicos en la clase

Tabla 13. Indagación guiada y PAUTA		
Habilidad para la Indagación educativa (Tabla 8 ¹⁶⁸).	Lo que se espera de la habilidad en un estudiante en una indagación guiada (Tabla 9 ¹⁶⁹)	Lo que dice PAUTA
El estudiante se compromete con cuestionamientos científicos	El estudiante clarifica o afina la pregunta presentada por el profesor	“En esta parte, el tallerista, comparte con los estudiantes el problema que hay que resolver y les muestra el material con el que trabajarán, divide a los estudiantes en equipos ... ¹⁷⁰ ...”
El estudiante da prioridad a las pruebas cuando responde preguntas	Al estudiante se le dan ciertos datos y se le pide que los analice	El tallerista puede “...sugerir ver el problema desde algún punto de vista particular y facilitar la resolución de dificultades. El tallerista puede proponer a los estudiantes que ‘observen’ algo en particular, de forma que los estudiantes puedan seguir o inferir alternativas a lo que habían propuesto, y se lleve a cabo un proceso de reconstrucción.” ¹⁷¹
El estudiante formula explicaciones a partir de las pruebas	Al estudiante se le proporcionan formas en las que puede usar las pruebas para formular una explicación	“El tallerista pide a los estudiantes que digan cómo hicieron para resolver el problema, o bien que describan qué acciones llevaron a cabo.” ¹⁷² “Los estudiantes deben describir lo que hicieron y posteriormente tratar de encontrar razones por las que su resolución funciona. En esta parte se requiere que el estudiante lleve a cabo una reconstrucción de sus acciones y de lo que consiguió observar durante la experiencia, de forma que establezca relaciones lógicas, y conexiones entre sus acciones y las reacciones de los objetos.” ¹⁷³
El estudiante conecta las explicaciones con el conocimiento	Se le proporciona al estudiante las posibles conexiones	“En esta parte,... se trata de promover el establecimiento de relaciones causales entre variables y de que los estudiantes hagan conclusiones a partir de la evidencia de la que disponen. En este momento los estudiantes

168 NATIONAL RESEARCH COUNCIL Inquiry and the national Science Education Standards.

169 RODGER BYBEE. Scientific Inquiry and Science Teaching.

170 ALEJANDRA GARCÍA-FRANCO, A., Calderón-Canales, E., García-Rivera, B. y Flores-Camacho, F, Las actividades PAUTA y el desarrollo de habilidades para la ciencia. p. iii

171 *Ibid.* p. v

172 *Ibid.* p. vi

173 *Ibidem.*

científico		llevan a cabo una construcción conceptual y en algunos casos el reconocimiento de algunas estrategias de pensamiento específicas, tales como el control de variables, o el diseño de pruebas válidas.” ¹⁷⁴
El estudiante comunica y justifica sus explicaciones	Al estudiante se le presenta una guía para mejorar sus comunicaciones	“En esta parte de la actividad se pide a los estudiantes que escriban o dibujen sobre la experiencia, se puede sugerir que cuenten lo que hicieron y que expliquen por qué lo hicieron así o bien por qué funciona de esa forma. ... se debe promover que utilicen su creatividad y que cuenten lo que para ellos fue más relevante, de forma que se ‘apropien’ de la experiencia.” ¹⁷⁵

Como se puede apreciar en cuanto a lo que se espera de la habilidad en un estudiante en una indagación guiada en relación con lo que dice PAUTA hay un alto grado de compatibilidad en las expectativas. Por lo que parece razonable considerar a PAUTA como indagación guiada.

- f) Una actividad PAUTA se parece en gran medida a una del proyecto Process-Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)

Bencze expresa que en una clase con actividades de indagación educativa (de cualquier tipo) el profesor inicia una discusión con los alumnos del tema a tratar en la que se presentan preguntas para intentar responder en la sesión. Después se da un espacio de trabajo en pequeños grupos y finalmente se cierra la sesión con una plenaria¹⁷⁶. Este es también el modo de trabajar de PAUTA: se inicia en una sesión plenaria para platicar el tema y presentar el problema a resolver, después de trabajar en pequeños equipos y la última parte de la sesión se destina a una discusión plenaria.

174 *Íbid.* p. vii

175 *Ídem.*

176 BENCZE, J. *Op. Cit.* p. 856

Hay varias herramientas instruccionales basadas en la indagación de la enseñanza de la ciencia, POGIL^{177,178} es una de ellas. Tanto en POGIL como en PAUTA:

1. los estudiantes trabajan en grupos pequeños. En PAUTA se trabajan en grupos de dos a cinco estudiantes,
2. la función del instructor es ser un facilitador, dejando que los estudiantes sean responsables de su propio aprendizaje,
3. los estudiantes reflexionan en lo que aprenden y cómo lo aprenden al trabajar en actividades. En POGIL dice “que han sido diseñadas específicamente y basadas en el “ciclo de aprendizaje que consiste en:

i) inicia con una pregunta, en PAUTA se inicia con una exploración del tema pero la actividad en forma comienza con una pregunta en el momento “presentación”;

ii) utiliza la observación o la recolección de datos para desarrollar conceptos en lugar de confirmarlos, en PAUTA se busca que sean los estudiantes los que a través de su actuar colecten datos e información necesaria para resolver la pregunta en el momento “Construcción”;

iii) se guía a los estudiantes a una conclusión apropiada, en POGIL y en PAUTA esto se hace con preguntas que buscan promover que los alumnos revisen los datos tanto de forma individual como en grupo con el fin de construir la comprensión del concepto. En PAUTA es en el momento “Dándole sentido”; y

177 POGIL, Process Oriented Guides Inquiry Learning.

178 LAURA TROUT, Lee, C., Moog, R. and Rickey, D., Inquiry Learning: What is it? How do you do it?

iv) se refuerza el concepto desarrollado a través de una aplicación”¹⁷⁹, en PAUTA esto se realiza en “Extensión del conocimiento”.

Se sugiere en POGIL que la conducción de estas etapas por el tallerista debe hacerse “a través de preguntas (preguntas de pensamiento crítico) cuidadosamente diseñadas”, de forma similar esto también ocurre en PAUTA desde los guiones que contienen preguntas modelo.

Concluyendo PAUTA se considera desde este análisis una actividad basada en la indagación educativa porque:

- Centra la acción educativa en el estudiante como responsable de su aprendizaje;
- Plantea el desarrollo de habilidades para los estudiantes;
- Concibe la acción del guía como un facilitador;
- Hay una fuerte relación entre las actividades para el docente y las del tallerista
- Se considera que PAUTA realiza actividades de indagación guiada; y
- Una actividad PAUTA se parece en gran medida a una de POGIL.

2.3. La importancia de la indagación en la educación en México y en el mundo

Daphne Minner, Abigail Jurist Levy y Jeanne Century realizan una síntesis de los resultados¹⁸⁰ encontrados entre los años 1984 y 2002 que se refieren al impacto de la enseñanza de ciencias basada en la indagación en estudiantes desde los 5 hasta los 12 años (K-12). La pregunta de investigación fue ¿Cuál es el impacto en el desempeño de estudiantes desde preescolar hasta la preparatoria de la educación en ciencia basada en la indagación? (*What is the impact of inquiry science instruction on K–12 student*

179 POGIL, Required Criteria Process Oriented Guided Inquiry Learning

180 MINNER, D. *et al. Op Cit.*

outcomes?, K para precolar 4 a 6 años hasta 12vo grado 7 a 19 años). Entre los 138 estudios analizados, varios de ellos indican una tendencia positiva para las prácticas basadas en la indagación, particularmente las que hacen énfasis en el pensamiento activo y en las que los estudiantes obtienen conclusiones de los datos. Una de sus conclusiones más relevantes es que “las estrategias de enseñanza que comprometen al estudiante activamente en el proceso de aprendizaje a través de investigaciones científicas incrementan la comprensión conceptual mejor que las estrategias que se basan en técnicas pasivas, lo que es a menudo necesario en las actuales evaluaciones estandarizadas que influyen en el ambiente educativo.”¹⁸¹

De acuerdo con Minner *et al.* la enseñanza a través de la indagación promueve que los estudiantes propongan y lleven a cabo actividades de investigación para probar sus ideas; también se busca involucrar al estudiante a investigar la naturaleza de la ciencia, haciéndola.

En México, la SEP en el 2006 comenzó una reforma a los planes y programas de estudio de nivel básico. Como ya se mencionó ésta reforma está basada en la enseñanza por “competencias para la vida” y en el año 2011 en el libro *Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro* se plantea de forma explícita la inclusión del aprendizaje colaborativo y de la indagación.

En tanto al aprendizaje colaborativo la SEP plantea “para el desarrollo de las actividades de indagación es importante que los alumnos aprendan a trabajar tanto de forma individual como colaborativa...”¹⁸², esto, de acuerdo con John Bencze debe ocurrir en actividades de indagación: “la clase continúa con actividades de indagación en pequeños grupos”¹⁸³.

Y en cuanto a la inclusión de la indagación, la SEP expresa que “se busca que la enseñanza de las ciencias se lleve a cabo a través de un proceso de indagación...”, a este

181 *Ibidem.* P. 474.

182 SEP, *Op. Cit.* p 111.

183 BENCZE, J. *Op. Cit.* p. 856

respecto Schwartz¹⁸⁴ dice que la indagación en el aula involucra proyectos centrados en los estudiantes, que a su vez estén comprometidos en procesos de indagación y construcción de significados.

La SEP se pronuncia por una guía docente que “en este proceso de generar preguntas, plantear hipótesis y desarrollar propuestas experimentales es importante que los estudiantes cuenten con la guía del docente a través de preguntas que les permitan seguir avanzando en el proceso de indagación”¹⁸⁵

184 SCHWARTZ, R. *et al. Op. Cit.* p. 612

185 *Ídem.*

Marco metodológico

3. Marco metodológico

PAUTA genera materiales escritos e implementa talleres para el desarrollo de las habilidades para la ciencia de los participantes. Para esto cuenta con un grupo de talleristas que son los encargados de diseñar, adecuar e impartir los talleres. Es por esto que se busca recuperar el saber de estos talleristas, es decir se busca conocer su “saber pedagógico del contenido”.

El marco metodológico de investigación de este estudio está basado en el constructo “saber pedagógico del contenido”¹⁸⁶ derivado de “conocimiento pedagógico del contenido”, propuesto por Lee Shulman en 1986¹⁸⁷ y 1987¹⁸⁸, años en los que publicó el conocimiento base que un profesor debía tener.

En este apartado se presentan: los tipos de conocimiento de un profesor y el saber pedagógico del contenido.

3.1. Tipos de conocimiento de un profesor

Lee Shulman se integra a la Universidad de Standford en 1982¹⁸⁹ y a los pocos años se realizó un proyecto nombrado “The Teacher Assessment Project” (el proyecto de evaluación docente), que buscaba formas alternativas de evaluación de docentes en ejercicio y de docentes en formación. En 1986 Shulman junto con sus colegas desarrollaron el tema central de la profesionalización docente y publican sus primeras ideas sobre la interacción entre el contenido temático de la materia y la pedagogía, nombrando al producto de esta interacción “Conocimiento Pedagógico del Contenido” (CPC) en el documento “Those who understand: Knowledge growth in teaching”¹⁹⁰. En este escrito,

186 KATHRYN COCHRAN, DeRuiter, J., y King, R., Pedagogical Content Knowing: An Integrative Model for teacher preparation.

187 LEE SHULMAN. Those who understand: knowledge growth in teaching.

188 LEE SHULMAN. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform.

189 LEE SHULMAN. A little history about Lee Shulman.

190 LEE SHULMAN. Those who understand: knowledge growth in teaching.

como antecedente para su propuesta se presenta un relato de Lucia Downing, tomado en un compendio llamado “Women’s True Profession”¹⁹¹, en el que expresa cómo, siendo ella una adolescente de 13 años, acompaña a su hermana mayor a presentar los exámenes de acreditación para enseñar en nivel primaria en Vermont, Estados Unidos de América. De manera extraordinaria, se le ofrece que ella resuelva la prueba compuesta, en su mayoría, por contenidos curriculares y un par de apartados de psicología y de gestión escolar. Para su sorpresa, tiempo después, ella y su hermana recibirían la acreditación para enseñar. Shulman comenta que este es un excelente ejemplo de que la evaluación de contenidos curriculares debe ser un prerrequisito para enseñar, pero no el único, ya que las teorías y métodos de enseñanza son también importantes y juegan un papel relevante en la valoración de la calidad de un profesor¹⁹².

A este respecto Gess-Newsome menciona que no es suficiente con el conocimiento del contenido disciplinar sino que también “los profesores necesitan comprender la estructura y la naturaleza de la disciplina, tener habilidad en seleccionar y traducir contenidos esenciales en actividades significativas, manteniendo la fluidez en el discurso de la comunidad, y reconocer y resaltar las aplicaciones del contenido en la vida cotidiana de los estudiantes”¹⁹³

De acuerdo con Shulman, como consecuencia de los resultados basados en contenidos curriculares sin incluir una valoración de la didáctica, como el caso de Lucia Downing, en Estados Unidos de América hacia 1980 las evaluaciones de cátedra sobre la capacidad para enseñar valoraban fundamentalmente los conocimientos de didáctica y organización, pero con una carencia en la evaluación de contenidos curriculares, de forma tal que alguien sin conocimiento disciplinar podía ser certificado como profesor apto.

191 NANCY HOFFMAN. Women’s “true” profession.

192 LEE SHULMAN. Those who understand: knowledge growth in teaching. p.5

193 JULIE GESS-NEWSOME. Secondary teachers’ knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. p 53

En 1986 Shulman presenta como “un punto de inicio para la discusión” un resumen de los tipos de conocimiento que deben considerarse al pensar en el conocimiento que se desarrolla en las mentes de los profesores con un énfasis especial en el contenido. Así se presenta una categorización de tres tipos de conocimiento que el profesor debe tener:

- a) Conocimiento del Contenido (Content Knowledge): Este conocimiento se refiere a la organización y cantidad de conocimiento que tiene la (el) maestra(o). Considerando que pensar sobre el conocimiento del contenido requiere conocer hechos, fórmulas y conceptos, pero también conocer y comprender las estructuras que agrupan estos contenidos del saber disciplinario (*Subject matter*), de acuerdo con Shulman “... Los profesores deben ser capaces no sólo de defender para los estudiantes las verdades aceptadas de un dominio. Sino que además deben explicar porque una proposición es considerada como garantía, por qué es importante conocerla y cómo se relaciona con otras proposiciones, dentro de la disciplina y fuera de ella, tanto en la teoría como en la práctica”¹⁹⁴
- b) Conocimiento del currículo (Curricular Knowledge): “El currículo está representado por un rango amplio de programas diseñados para la enseñanza de contenidos específicos para un grado determinado, por la variedad de materiales educativos con relación a estos programas y por una serie de características que sirven tanto como indicaciones como contraindicaciones para el uso del currículo en circunstancias particulares”¹⁹⁵

Se espera que un profesor conozca el material de apoyo para la enseñanza, y además que conozca una variedad de textos, programas, interactivos, y demostraciones de laboratorio como para poder elegir cuál utilizar dependiendo del contexto en que se encuentra. Adicionalmente se espera que un profesor conozca el currículo lateral (las

194 LEE SHULMAN. *Those who understand: knowledge growth in teaching*, p.9

195 *Íbid.* p.10

asignaturas que los estudiantes cursan al mismo tiempo) y el currículo vertical (las asignaturas previas y posteriores a ese nivel).

c) Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC, o Pedagogical Content Knowledge en inglés)

Este contenido va más allá del conocimiento disciplinar aislado buscando un “conocimiento-pedagógico-para-la-enseñanza”. Este contenido incluye “las formas más útiles de representación de las ideas; las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosos; en pocas palabras, las formas de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otros.”¹⁹⁶ El CPC es un conocimiento indispensable para los profesores de ciencias, porque como se ha mostrado no es suficiente con entender el tema científico y conocer técnicas pedagógicas; sino que se debe saber también cómo enseñar ese contenido específico de forma efectiva.

A partir de esta primera clasificación, una variedad de autores han realizado nuevas propuestas de clasificación, incluido el mismo Shulman quien un año más tarde, en 1987, agrega cuatro categorías más haciendo un total de siete tipos de conocimiento: Conocimiento del Contenido; Conocimiento pedagógico general; Conocimiento curricular; Conocimiento pedagógico del contenido; Conocimiento de los aprendices y sus características; Conocimiento del contexto educativo; Conocimiento de los fines, propósitos y valores educacionales y sus bases filosóficas e históricas.

Pamela Grossman¹⁹⁷ en 1990, miembro del grupo de investigación del programa *Knowledge Growth in Teaching* de la Universidad de Standford dirigido por Shulman, redefine las categorías en cuatro áreas, conservando dos de las originalmente propuestas por Shulman, el conocimiento del contenido y el CPC; tomado de la propuesta en 1987, la tercera es el conocimiento pedagógico general y finalmente propone una cuarta que integra

¹⁹⁶ *Ídem*.

¹⁹⁷ PAMELA GROSSMAN. The making of a Teacher: teacher knowledge and teacher education.

a las otras tres de Shulman con el nombre de conocimiento del contexto. Grossman coloca al CPC en el centro del modelo representando que cada una de las tres áreas influye directamente al CPC.

Por su parte Carlsen¹⁹⁸ nos presenta el conocimiento del profesor en tres componentes: El conocimiento disciplinario de la materia, el conocimiento pedagógico general y el CPC.

Zabala¹⁹⁹ identifica algunas áreas generales de competencia docente congruentes con la idea de que el profesor apoya al alumno a construir el conocimiento, crecer como persona y a ubicarse como actor crítico de su entorno. Dichas áreas son: conocimiento teórico suficientemente profundo y pertinente acerca del aprendizaje, el desarrollo y el comportamiento humano; despliegue de los contenidos o materias que enseña; control de estrategias de enseñanza que facilitan el aprendizaje del alumno y lo hacen motivante; y conocimiento personal práctico sobre la enseñanza. Con este aporte se hace énfasis explícito en los valores, actitudes y habilidades de los profesores.

A continuación en la Tabla 14 se presentan los componentes del conocimiento del profesor de acuerdo con los autores antes mencionados y se puede observar que tanto el conocimiento del contenido o disciplinar como el conocimiento pedagógico de contenido se conservan en todas estas propuestas.

198 WILLIAM CARLSEN. Domains of teacher knowledge, pp. 133-144.

199 ANTONI ZABALA. La práctica educativa: como enseñar. p. 4.

	Shulman 1986	Shulman 1987	Grossman 1990	Carlsen 1999	Zabala 1999
CD (conocimiento del contenido /o disciplinar)	sí	sí	sí	sí	sí
CC (conocimiento curricular)	sí	sí			sí
CPC (Conocimiento Pedagógico del Contenido)	sí	sí	sí	sí	sí
CPG (Conocimiento pedagógico general)		sí	sí	sí	sí
Conocimiento del contexto			sí		
Conocimiento de los aprendices y sus características		sí			
Conocimiento del contexto educativo;		sí			
Conocimiento de los fines, propósitos y valores educativos y sus bases filosóficas e históricas.		sí			
Valores y actitudes					sí

En cuanto a la diferenciación de estos tipos de conocimientos, McEwan y Bull²⁰⁰ dudan del valor de la bifurcación del conocimiento disciplinario y el pedagógico del contenido, pues dicen: “¿Es el conocimiento de los profesores acerca de la asignatura de diferente tipo que el de los expertos?”, dicen que para Shulman el CPC es “el tipo particular de conocimiento del contenido que encarna los aspectos del contenido más relacionados con su enseñabilidad”, pero insisten en que “el éxito en la ciencia... es un asunto inherentemente pedagógico” y concluyen que todo tipo de conocimiento es pedagógico, pues “el contenido disciplinario es siempre una expresión de un deseo de comunicar ideas a otros, sea que suceda que sean miembros de la comunidad de expertos, o nuevos en el campo”. De acuerdo con Segal²⁰¹, este debate perdura hasta nuestros días. Con respecto a esta crítica para este trabajo de investigación es útil diferenciar los tipos de contenido: el disciplinario y el CPC.

De acuerdo con Tamir, tan pronto como Shulman presento su categorización de tipos de conocimiento y que planteó el CPC el concepto empieza a ser usado en el proceso

200 HUNTER MCEWAN y Bull, B. The Pedagogic Nature Of Subject Matter Knowledge.

201 AVNER SEGALL. Revisiting pedagogical content knowledge: the pedagogy of content/the content of pedagogy.

formativo de profesores.²⁰² Las ideas de Shulman han traído una revolución en el proceso de formación y evaluación de profesores. Van Driel, de Jong y Verloop²⁰³ han insistido en que “el problema es reconceptualizar la educación de los profesores de ciencias de forma que se integren cursos de la materia y de pedagogía con las experiencias en el campo de la docencia”, esta opinión se debe a la prominencia del factor docente como fuente del conocimiento pedagógico del contenido^{204,205}. Shulman añade que: “cuando se enseña el conocimiento disciplinario, hay algunos elementos críticos de la enseñanza que son típicamente ignorados en la búsqueda de principios generales de la enseñanza efectiva como: el contexto de la clase; las características físicas y psicológicas de los estudiante; o el cumplimiento de los propósitos no evaluados en exámenes estandarizados...”²⁰⁶

Aunado a que sólo se evalúe una parte de la experiencia docente, en ocasiones con la evaluación parcializada tampoco se cubre satisfactoriamente debido a los instrumentos de evaluación. Por ejemplo, cuando al evaluar estándares que deben cumplir todos los profesores, tanto si es positivo como si es negativo no hay ningún esfuerzo adicional por parte del evaluador para descubrir si el realizar o no la acción marcada pudiese ser un elemento clave en la organización de esa clase en particular.

En este sentido se están haciendo esfuerzos importantes por avanzar en este rubro como lo que presenta Garritz²⁰⁷, referenciando a Gess-Newsome y Carlson²⁰⁸: “Situando el CPC en el conocimiento profesional de profesor, las influencias en la práctica en el aula y los resultados de los estudiantes” en la Ilustración 6.

202 PINCHAS TAMIR. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. p. 99.

203 JAN VAN DRIEL, De Jong, O., y Verloop, N., The development of preservice Chemistry teachers' pedagogical content knowledge.

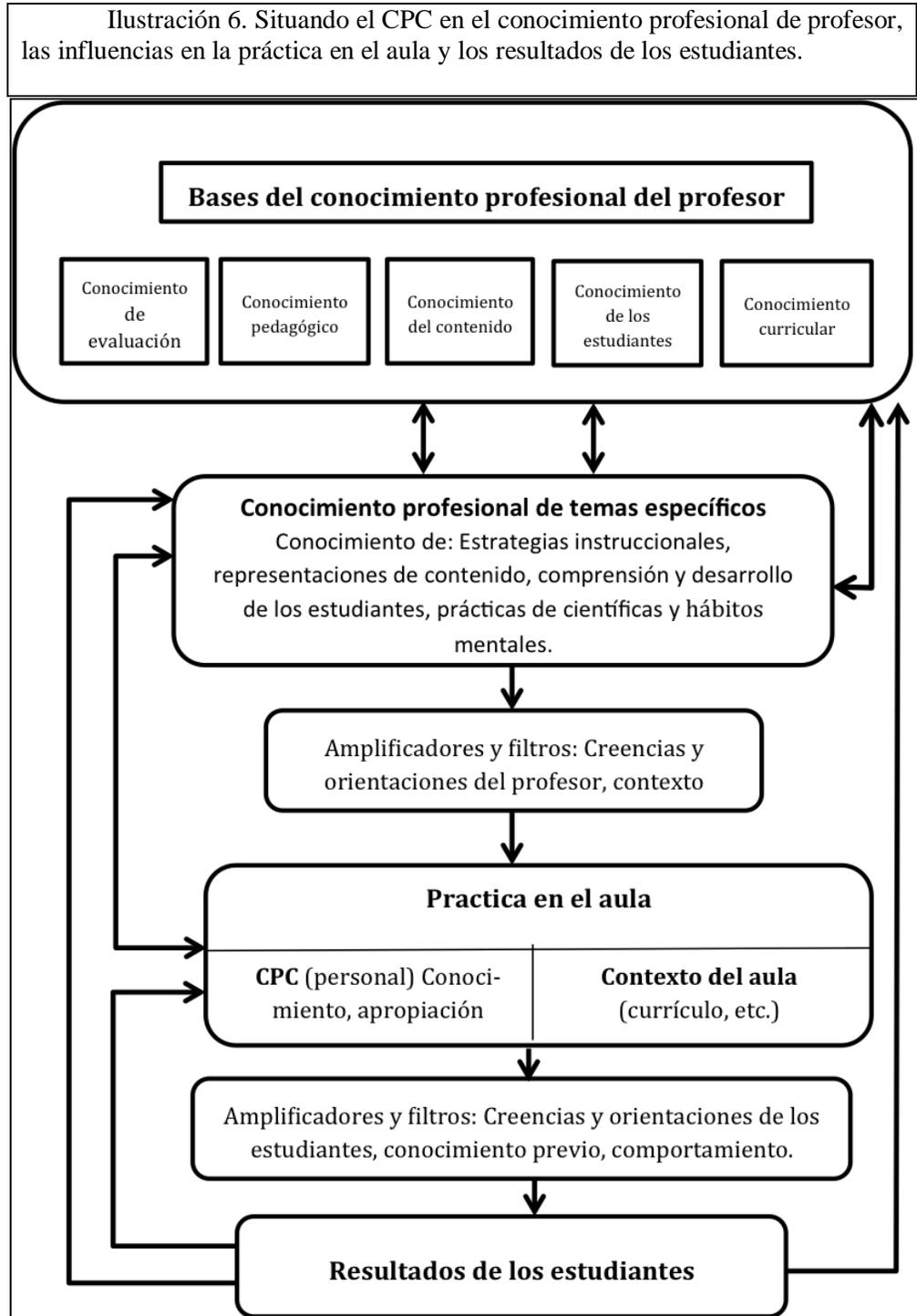
204 JULIE GESS-NEWSOME and N.G. Lederman (Eds.) Examining pedagogical Content Knowledge: the construct and its implications for Science Teaching.

205 ONNO DE JONG. Developing teachers and chemical education.

206 LEE SHULMAN. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, p. 7.

207 ANDONI GARRITZ, Pedagogical Content Knowledge (PCK).

208 JULIE GESS-NEWSOME J y Carlson J. The PCK Summit Consensus Model and Definition of Pedagogical Content Knowledge.



Nota: Traducción de la figura que cita Garritz, propuesta por Gess-Newsome y Carlson

Se “incluye en esta figura cómo la evaluación, el conocimiento pedagógico, el contexto y el conocimiento de los estudiantes y el conocimiento curricular, componen el conocimiento

base del profesor; pero que esto es filtrado por las creencias, las orientaciones y el contexto del profesor en la práctica docente, en la que también influye el contexto del aula. El propósito final de la enseñanza es mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes, pero esto también es filtrado por una serie de factores que se interrelacionan en cada estudiante de forma diferente por su motivación, comportamiento, concepciones alternativas, estilos de aprendizaje y construcción del conocimiento individual.”²⁰⁹

Al respecto de las concepciones alternativas, Gess-Newsome²¹⁰ y Magnusson, Krajcik y Borko²¹¹, en sus estudios han demostrado la necesidad de la relación entre el conocimiento profundo de la disciplina y las concepciones alternativas de los estudiantes mostrando que un docente con bajo conocimiento disciplinar será menos consciente de las concepciones alternativas de los estudiantes y por lo tanto menos capacitado para identificar los errores conceptuales que puedan tener ellos.

Otro término utilizado para el CPC es el “conocimiento didáctico del contenido” que fue introducido en España en las Universidades de Sevilla por Marcelo²¹², de Granada por Bolívar²¹³ y de Extremadura por Mellado y Carracedo^{214,215,216} como una adaptación del "Pedagogical Content Knowledge" de Shulman²¹⁷. Utilizan “didáctico” para el significado de las didácticas específicas en el contexto Español, a este respecto Mellado y Carracedo²¹⁸

209 GARRITZ, A. *Op. Cit.*

210 JULIE GESS-NEWSOME. Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. p 53.

211 SHIRLEY MAGNUSSON, Krajcik, J. y Borko, H. Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching.

212 CARLOS MARCELO. Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre Conocimiento Didáctico del Contenido.

213 ANTONIO BOLÍVAR BOTIA. Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado: El programa de L. Shulman.

214 VICENTE MELLADO y Carracedo, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de la ciencia.

215 LORENZO BLANCO, Mellado, V. y Ruiz, C. Conocimiento didáctico del contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación del profesorado.

216 VICENTE MELLADO. Profesores de Ciencias en formación de Primaria y Secundaria. Concepciones y práctica del aula.

217 LEE SHULMAN. Those who understand: knowledge growth in teaching.

218 VICENTE MELLADO. Análisis del conocimiento didáctico del contenido, en profesores de ciencias de primaria y secundaria en formación inicial.

mencionan que: “el «conocimiento didáctico del contenido» es uno de los aspectos esenciales que debe conocer el profesor de ciencias. Este conocimiento didáctico del contenido sería distinto del conocimiento de la propia disciplina o del psicopedagógico general”²¹⁹.

Una tercera forma de referirse al CPC^{220, 221, 222, 223} es el Saber Pedagógico del Contenido (SPC o *Pedagogical Content Knowing* en inglés) acuñado por Cochran, DeRuiter y King²²⁴, insistiendo en que lo importante es el conocer y entender del profesor como un proceso activo acerca del aprendizaje de sus estudiantes y del contexto ambiental en el que tiene lugar la enseñanza y el aprendizaje. El énfasis que se hace ante el conocimiento –*Knowledge*- (Shulman) y el saber –*Knowing*- (Cochran *et al.*) al apelar a que el segundo se refiere a un saber dinámico que cambia con cada aprendizaje que tiene el profesor. Argumentan que el saber es creado en lugar de impartido o transferido y se espera que un profesor comprenda cómo sus estudiantes construyen y usan su conocimiento. “El modelo de Shulman del CPC es criticado por varios investigadores (incluidos Cochran *et al.* y Banks *et al.*) por ser estático; la implicación es que las estrategias institucionales y el conocimiento de las dificultades de los estudiantes pueden ser aprendidos como entidades independientes. En otras palabras, al convertirse en profesor, un novicio podría por ejemplo, atender a un curso llamado “estrategias instruccionales para la enseñanza de la ciencia” que proveyere toda la información que necesita para desarrollar habilidades de experto. Esto es, muy probablemente, aventurarse mucho en la interpretación de la lectura de los escritos de Shulman que sirven con el propósito de introducir el conocimiento del profesor como concepto general y al CPC como componente de este. Sin embargo, que el

219 VICENTE MELLADO y Carracedo, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de la ciencia.

220 KATHRYN COCHRAN, King, R. y DeRuiter, J. Pedagogical content knowledge: a tentative model for teacher preparation.

221 CHRISTINE EBERT, C. An assessment of prospective secondary teachers' pedagogical content knowledge about functions and graphs.

222 GROSSMAN, P. *Op. Cit.*

223 NORMAN LEDERMAN, N, y Gess-Newsome, J. Do subject matter knowledge, and pedagogical content knowledge contribute to ideal gas law of science teaching?

224 KATHRYN COCHRAN, DeRuiter, J., y King, R., Pedagogical Content Knowing: An integrate model for teacher preparation.

conocimiento de los profesores pueda ser desarrollado en el tiempo y cambiar como respuesta a los diferentes los estudiantes, recursos y currículo de los escenarios educativos es un punto razonable que un modelo puede adoptar. Al utilizar el término activo “knowing” (saber) en lugar del knowledge (conocimiento), Cochran *et al.* reconocen esto. Banks²²⁵ *et al.* toman la “transposición didáctica” como un principio activo que modela el CPC a través del tiempo”²²⁶

Este trabajo de investigación trabaja con el concepto saber pedagógico del contenido (Pedagogical Content Knowing): Se ha decidido usar el concepto pedagógico sobre el “didáctico”, porque el “didáctico” usado en España es mucho más próximo al “pedagógico” usado en México ya que la didáctica se centra en cuestiones más acotadas a la enseñanza que el pedagógico, que tiene que ver con la educación en general.

En cuanto a la traducción de Knowing como saber, se buscó un término parecido al que se presenta en inglés “Knowing” que podría ser “conociendo pedagógico del contenido” sin embargo este constructo nos lleva a pensar que es algo que se está conociendo quitando un poco lo que ya se tiene, implicando de alguna manera que alguien sin CPC puede en un instante después tenerlo. Además, en muchas ocasiones en el inglés la terminación “ing” se utiliza para sustantivar los verbos: “marketing” como “mercadeo”, por ejemplo.

Esta elección de palabra en particular ha sido difícil. Se pensó entonces en “saber” como alternativa para designar un término diferente que el CPC, que aunque no está en gerundio “sabiendo” parece dar el sentido que se busca.

Para efectos de congruencia en este trabajo a partir de este momento se utilizará el constructo “saber pedagógico del contenido” (*pedagogical content knowing*) en lugar de

225 FRANK BANKS, Leach, J., y Moon, B. Extract from ‘New understandings of teachers’ pedagogic knowledge’.

226 VANESSA KIND. Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress.

conocimiento pedagógico del contenido (*pedagogical content knowledge*) y conocimiento didáctico del contenido, utilizados por los diferentes autores e investigadores.

3.2. El Saber Pedagógico del Contenido

De acuerdo con Patricia Friedrichsen *et al.*²²⁷ la forma en que un profesor enseña puede estar influenciada por una serie de factores que incluyen al contexto político y social en el lo hace, su conocimiento disciplinar, sus creencias acerca de la enseñanza y su saber pedagógico del contenido (SPC) por lo que el estudio de todas estas áreas es relevante.

Talanquer²²⁸ nos dice que un buen profesor debe poseer el SPC suficiente para: Identificar las ideas, conceptos y preguntas centrales asociados con un tema; Reconocer las probables dificultades conceptuales de sus estudiantes; Reunir preguntas, problemas o actividades que obliguen al estudiante a reconocer y cuestionar sus concepciones alternativas; Seleccionar experimentos, problemas o proyectos que permitan que los estudiantes exploren conceptos centrales; Construir explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión de conceptos abstractos; y Diseñar actividades de evaluación que permitan la aplicación de lo aprendido en la resolución de problemas en contextos realistas y variados. En este sentido los profesores deben conocer bien cuál es el objetivo de su enseñanza, qué es lo que resultará fácil o difícil de aprender por sus alumnos; cuáles son sus concepciones alternativas más comunes; y cómo organizar, secuenciar, presentar y evaluar el contenido para considerar los diversos intereses y capacidades de sus alumnos. Todo este conocimiento se resume en el SPC. Lo que hacen los profesores expertos es transformar el conocimiento de la disciplina en formas que sean más accesibles a sus estudiantes, y lo adaptan al contexto del tema específico, desarrollando así el SPC²²⁹. Lo que se ha vuelto crucial en este tipo de investigación es la importancia primeramente

227 PARTICIA FRIEDRICHSEN, Van Driel, J. y Abell, S. Taking a Closer look at Science Teaching Orientations. p. 359

228 VICENTE TALANQUER. Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?

229 JOHN BARNETT y Hodson, D. Pedagogical Context Knowledge: Toward a Fuller Understanding of What Good Science Teachers Know.

remarcada por Shulman, acerca de la relación entre lo que los profesores piensan y cómo enseñan.

De acuerdo con Garritz, en una reunión reciente en octubre de 2012 en Estados Unidos de América en la que se convocó a una serie de expertos en el SPC para discutir sobre el constructo, sus implicaciones, y aplicaciones, se adoptó la definición propuesta por Gess-Newsome y Carlson²³⁰ por consenso:

El SPC “Se puede considerar como un atributo personal del profesor, considerado en dos aspectos: conocimiento básico y cómo lo enseña. Este conocimiento es producto del razonamiento que hay detrás del mismo, la planeación para enseñarlo y la forma de enseñar ese tema en particular, en una forma particular, por razones particulares a estudiantes también particulares, para mejorar los resultados de aprendizaje en ellos”

Desde el año 1986 hasta la fecha²³¹, el SPC es un concepto que ha sido estudiado por varios autores (Barnett *et al.*²³²; Van Driel, *et al.*²³³; De Jong, *et al.*²³⁴; Loughran, *et al.*²³⁵; Abell²³⁶; Kind²³⁷; por mencionar algunos) y ha demostrado ser un marco útil para la investigación de las prácticas de enseñanza de los profesores de ciencia en enseñanza de las ciencias por más de dos décadas.

Caracterizado como un “modelo cíclico, sinérgico, integral, flexible, incluyente e investigable” por Pinto y González²³⁸, el SPC no se puede examinar a partir del estudio de uno de sus componentes sin considerar la inclusión de los otros. Evaluar un sólo

230 JULIE GESS-NEWSOME y Carlson J. The PCK Summit Consensus Model and Definition of Pedagogical Content Knowledge.

231 SANDRA ABELL. Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea?

232 BARNETT *et al.* Op. Cit.

233 VAN DRIEL, J. *et al.* Op. Cit.

234 ONNO DE JONG, Van Driel, J. H. y Verloop, N. Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry.

235 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Mulhall, P. (eds.), Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge.

236 ABELL, S. *Op. Cit.*

237 KIND, V. *Op. Cit.*

238 JESUS PINTO y González, M. El conocimiento didáctico del contenido en el profesor de matemáticas: ¿una cuestión ignorada? p. 88

componente, separado de los otros, conlleva a un riesgo sustancial de distorsionar su significado, caracterización e interpretación²³⁹. Como modelo, el SPC está compuesto de componentes esenciales que se interrelacionan y se transforman en representaciones ideales que pueden facilitar su comprensión, desarrollo e investigación, dentro de un continuo de modelos que van de integrativos a transformativos acerca del conocimiento del profesor.

Magnusson, Krajcik y Borko identifican cinco componentes clave del SPC: Visión y propósito de la enseñanza de la ciencia; Conocimiento y creencias sobre el currículo de ciencia; Conocimiento y creencias acerca del entendimiento estudiantil sobre tópicos específicos de ciencia; Conocimiento y creencias sobre estrategias instruccionales para enseñar ciencia; Conocimiento y creencias sobre evaluación en ciencia, y también hablan de la interrelación entre esos cinco elementos.

Por su parte Carlsen²⁴⁰, como ya lo mencionamos anteriormente, presenta los tres tipos de conocimiento del profesor: el conocimiento disciplinario de la materia y el conocimiento pedagógico general que generan el SPC. En cuanto al SPC conjuga cinco componentes que lo integran: Concepciones alternativas de los estudiantes, Currículo científico específico, Estrategias instruccionales de tópicos, Propósitos de la enseñanza, Planeación y administración de la evaluación.

Kind²⁴¹ basada en la propuesta de Lee, *et al.*²⁴² integra la siguiente tabla en la que compara los elementos que los diferentes modelos del CPC y menciona que tres de ellos provienen de datos empíricos (Fernandez-Balboa *et al.*, Koballa *et al.* y Marks) en los que se combinan los componentes de Shulman. Tres más proponen modelos con componentes de Shulman pero desarrollan conceptos desde perspectivas teóricas, uno desde principios psicológicos (Cochran *et al.*), otro desde una taxonomía (Veal *et al.*) y uno más que

239 JULIET BAXTER, J. y N. Lederman. Assessment and measurement of pedagogical content knowledge.

240 CARLSEN, W. *Op. Cit.*

241 KIND, V. *Op. Cit.* p. 175.

242 EUNMI LEE., Brown, M., Puthoff, E., Fletcher, S., & Luft, J. Capturing pedagogical content knowledge of beginning secondary science teachers: Year 1.

propone un nuevo componente “el conocimiento de la escuela” para integrar otros (Banks, Leach and Moon).

Tabla 15. Elementos de los diferentes modelos de conocimiento pedagógico del contenido.

Autores	Shulman ²⁴³	Grossman ²⁴⁴	Magnusson et al. ²⁴⁵	Marks ²⁴⁶	Fernández-Balboa et al. ²⁴⁷	Koballa et al. ²⁴⁸	Cochran, et al. ²⁴⁹	Veal et al. ²⁵⁰	Banks et al. ²⁵¹	Carlsen ²⁵²
Representaciones y estrategias instruccionales	P	P	P	P	P	0	P	P	0	P
Dificultades específicas del conocimiento de los estudiantes	P	P	P	P	P	P	P	P	0	P
propósitos/orientaciones/ naturaleza de la ciencia	K	P	P	0	P	0	0	P	0	P
Conocimiento curricular	K	P	P	P	0	P	0	P	0	P
Conocimiento disciplinar	K	K	K	P	P	P	P	P	P	P
Contexto para el aprendizaje	K	K	K	0	P	P	P	P	0	0
Pedagogía general/ Manejo de grupo	K	K	K	0	0	P	P	P	P	0
Evaluación	0	0	P	0	0	0	0	P	0	P
Aspectos socio-culturales	0	0	0	0	0	0	0	P	0	0
Conocimiento de la escuela	0	0	0	0	0	0	0	0	P	0
Notas. P = parte del PCK; K= parte del conocimiento base del profesor ; y 0=no se discute este elemento										

243 LEE SHULMAN. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform

244 GROSSMAN, P. *Op. Cit.*.

245 MAGNUSSON, S. *et al. Op. Cit.*

246 RICK MARKS. Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception.

247 JUAN MIGUEL FERNÁNDEZ-BALBOA y Stiehl, J. The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors..

248 THOMAS KOBALLA, Gräber, W., Coleman, D., y Kemp, A.C. Prospective teachers' conceptions of the knowledge base for teaching chemistry at the gymnasium.

249 KATHRYN COCHRAN, De Ruiter, J. y King, R. Pedagogical Content Knowing: an integrative model for teacher preparation.

250 WILLIAM VEAL y Makinster, J.G.. Pedagogical content knowledge taxonomies.

251 LEACH BANKS J. y Moon, B. Extract from 'New understandings of teachers' pedagogic knowledge'.

252 CARLSEN, W. *Op. Cit.*

La mayoría coincide en las representaciones y estrategias institucionales y en las dificultades específicas del conocimiento de los estudiantes, seguido del conocimiento curricular.

Magnusson *et al.*²⁵³ son fuertemente criticados por Friedrichsen *et al.*²⁵⁴ en el punto de los propósitos de la enseñanza porque mencionan que esa componente ha sido definida por ellos demasiado ampliamente. Por ello proponen que se redefina incluyendo tres partes: 1) las metas y propósitos de la enseñanza de la ciencia; 2) la naturaleza de la ciencia; y 3) enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Hofstein y Lunetta apuntan que “acrecentar en los profesores de ciencias el conocimiento del contenido y su saber pedagógico del contenido puede ayudar a que éstos desarrollen más altos niveles de conocimiento, habilidades y confianza para construir ambientes de aprendizaje efectivos, lo que incluye experiencias científicas de laboratorio más sustantivas y significativas. En esta era de expansión exponencial del conocimiento de ciencia y pedagogía, tal desarrollo debería ser un proceso continuo a lo largo de la vida profesional de un profesor. La literatura ha sugerido que las inconsistencias entre los objetivos del profesor y las limitaciones de sus habilidades, en este caso en el laboratorio escolar, deben dirigirse cuidadosamente en programas de desarrollo profesional de largo plazo diseñados para desarrollar el entendimiento, conocimiento y habilidades de los profesores.”²⁵⁵

De Jong, Korthagen y Wubbels²⁵⁶ arriban a las siguientes tres cuestiones prominentes en la formación de profesores en Europa: Creciente atención al desarrollo del CD y el SPC de los estudiantes de profesor; Incremento del empleo de enfoques que

253 *Ídem.*

254 FRIEDRICHSEN, P. *et al.* *Op. Cit.* p. 359

255 AVI HOFSTEIN y Lunetta, V, N. *The Laboratory in Science Education: Foundation For The 21st Century.* p. 45

256 ONNO DE JONG, Korthagen, F. y Wubbels, T. *Research on Science Teacher Education in Europe: Teacher Thinking and Conceptual Change.*

utilizan el cambio conceptual e; Integración de cursos de teoría (en la universidad), práctica de clases (en el salón) y desarrollo de analogías entre la educación de profesores y la educación estudiantil.

De acuerdo con Pamela Mulhall *et al.*²⁵⁷ hay un acuerdo general en que el desarrollo del SPC está circunscrito a las prácticas en el aula, implicando tanto los profesores que no han enseñado un tema en particular tendrán un SPC pequeño o ausente en ese contenido y que profesores exitosos en un contenido específico (es decir aquellos que promueven el aprendizaje en un área determinada), tendrán un SPC altamente desarrollado. “La mayor parte de las profundas diferencias entre el principiante y el experto son que el experto tiene conocimiento pedagógico del contenido que le capacita para ver una imagen más amplia de diferentes formas y tiene la flexibilidad para seleccionar un método de enseñanza que haga justicia al tema. El principiante, sin embargo, tiene un buen comienzo al construir posibilidades en el currículo, tanto en términos de organización de la unidad y flexibilidad didáctica.”²⁵⁸

En adición a esto, Loughran menciona que el SPC es un constructo académico basado en la creencia de que los profesores requieren algo más que sólo “absorber” información para su posterior regurgitación. En este sentido el SPC es el saber de los profesores y se construye con el tiempo y a través de la experiencia de la enseñanza de un contenido particular en una forma específica que lleva a mejorar la comprensión de los estudiantes.”²⁵⁹

Aunque diversos estudios de programas de formación de profesores demuestran que el SPC es adquirido, principalmente, por la propia experiencia en la docencia (Gess-

257 PAMELA MULHALL, Berry, A., y Loughran, J. Framework for representing science teachers’ pedagogical content knowledge, p. 2

258 SIGRUN GUDMUNSDÓTTIR y Shulman, L. Conocimiento didáctico en ciencias sociales, Profesorado. p 10.

259 JOHN LOUGHRAN, Mulhall, P.; y Berry, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice.

Newsome y Lederman²⁶⁰; De Jong, Veal y van Driel²⁶¹), otros autores (Loughran *et al.*²⁶², Kind²⁶³, Reyes y Garritz²⁶⁴, y Espinosa-Bueno *et al.*²⁶⁵) reconocen la importancia de documentar el SPC de profesores sobresalientes para mejorar la educación. En este sentido Pamela Mulhall *et al.*²⁶⁶ plantean la pregunta de si es posible mejorar el SPC de los profesores utilizando de alguna forma el SPC de profesores expertos: “A pesar de la insistencia de que el SPC se adquiere mayoritariamente como una expresión de la propia docencia, el emplear estas muestras de ejemplos de profesores distinguidos en los talleres formativos resultará seguramente de utilidad porque reduce la novedad y la sorpresa, ya que le da mayor capacidad de respuesta al profesor en formación ante posibles situaciones que lo puedan tomar inadvertido, generándose un círculo virtuoso en el que aumenta su confianza.”²⁶⁷

Así, Shulman menciona que se describe la comprensión de la disciplina por el profesor y la transforma para hacerla “enseñable”. Y de acuerdo con Susana Salazar “esto sólo ocurre cuando el docente reflexiona e interpreta críticamente la información pedagógica, disciplinar y del contexto.”²⁶⁸. En este sentido Vanessa Kind menciona que muchos profesores se encuentran bien calificados en el conocimiento disciplinar (lo que no ocurre en México de acuerdo con Flores *et al.*²⁶⁹ y Flores y Barahona²⁷⁰), pero esto no

260 JULIE GESS-NEWSOME and N.G y . Lederman (Eds.) Examining pedagogical Content Knowledge: the construct and its implications for Science Teaching.

261 ONNO DE JONG, Van Driel, J. H., y Verloop, N. Preservice teachers’ pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry.

262 JOHN LOUGHRAN, Mulhall, P.; y Berry, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice.

263 KIND, V. Op. Cit.

264 FLOR DE MARÍA REYES y Garritz, A. Inquiry Pedagogical Content Knowledge of Mexican Basic Education Teachers in a Special Program

265 SILVIA ESPINOSA-BUENO, Labastida-Piña, D., Padilla, K. y Garritz, A , Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess It and Its Application to High School In-Service Science Teachers.

266 MULHALL, P. *et al. Op. Cit.*, p. 2

267 FLOR REYES-C y Garritz, A. Conocimiento pedagógico del concepto de ‘reacción química’ en profesores universitarios mexicanos.

268 SUSAN SALAZAR. El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. p. 6.

269 FERNANDO FLORES-CAMACHO, Gallegos-Cázares, L., García-Franco, A. Vega-Murguía, E. y García-Rivera, B. El conocimiento de los profesores de ciencias naturales.

garantiza que ellos enseñen un tema específico en una forma efectiva. Kind²⁷¹ expresa la importancia de clarificar el SPC porque este concepto está “escondido” por dos razones; la primera es que el SPC es algo tácito, ya que la mayoría de los profesores no son conscientes que lo están utilizando para preparar sus clase, y más aún, ellos no pueden darse cuenta cómo está conformado su propio SPC porque no lo han declarado explícitamente o simplemente porque ellos [los profesores] no han pensado en ello; y segundo porque los profesores no están familiarizados con este constructo.

270 FERNANDO FLORES, y Barahona, A. Currículo de educación básica: contenidos y prácticas pedagógicas.

271 KIND, V. *Op. Cit.*

Metodología

4. Metodología

El saber pedagógico del contenido engloba y describe cómo un profesor se acerca pedagógicamente a enseñar un conocimiento específico, en este caso: la indagación. Para investigar cuáles son los saberes de los talleristas se utilizó una metodología de corte cualitativo que incluye un cuestionario (representación de contenido, ReCo) dirigido a nueve talleristas del Programa Adopte Un Talento (PAUTA) en relación con la indagación y posteriormente la documentación de la actividad pedagógica dentro de talleres PAUTA de dos talleristas en audio y video. Se concluyó con la elaboración de un inventario que relata lo sucedido en los talleres con relación a una dada pregunta del cuestionario.

Estos instrumentos –los cuales se describen a continuación- nos permitirán identificar las características principales del saber pedagógico del contenido de la indagación (SPI) de los talleristas PAUTA.

4.1. Cuestionario: Representación de la Indagación

El primer instrumento para documentar el SPI en esta investigación está basado en el “*content representation*” o “*CoRe*” en inglés que al tiempo que reúne sus siglas, también expresa que es el “corazón o centro” del SPC de un profesor. En español lo hemos traducido como representación del contenido o ReCo (perdiendo este acrónimo el significado del corazón).

La ReCo²⁷², presentada por primera vez en el 2004, “permite una base sólida que proporciona una visión general del SPC de los profesores con respecto a un tema en particular, incluyendo las relaciones entre el contexto, los estudiantes y la práctica del profesor”²⁷³. Se espera que con la ReCo el profesor pueda desarrollar ampliamente las

272 JOHN LOUGHRAN, Mulhall, P. y Berry, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice.

273 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Mulhall, P. (Eds.), Understanding and Developing Science Teachers’ Pedagogical Content Knowledge, p. 23

ideas, conocimientos, estrategias, acciones y actividades que realiza al impartir un tema a sus estudiantes, esto es, el SPC del profesor.

Para la captura del SPC, Loughran, Mulhall, y Berry proponen para cada una de las ideas centrales de enseñanza del contenido seleccionado, un marco con ocho preguntas que se deben responder, y que presentan y discuten la comprensión de los profesores de ciencias de aspectos particulares del SPC, por ejemplo: una perspectiva general de las ideas principales; el conocimiento de las concepciones alternativas; las formas de evaluar la comprensión; el conocer los puntos de confusión; las secuenciaciones efectivas; y las aproximaciones importantes de desplegar estas ideas.

Las ocho preguntas revelan los objetivos y relevancia esperada por el conocimiento del profesor, y cómo él o ella “expresan la comprensión de ideas o conceptos centrales en una disciplina específica. Esto también incluye el entendimiento de qué es lo que hace que el aprendizaje de cierto concepto sea fácil o difícil para los estudiantes; el conocimiento de las concepciones [alternativas] que pueden traer [los estudiantes] a la clase; el reconocimiento de las más poderosas analogías, ilustraciones, ejemplos, y demostraciones que pueden ayudar a los estudiantes a una mejor comprensión.”²⁷⁴ El cuestionario ReCo puede ser completado por el profesor en diversos formatos por ejemplo: cuestionario, matriz o entrevista estructurada.

En investigaciones conducidas en México por Reyes y Garritz²⁷⁵, Garritz *et al.*^{276,277} y Padilla *et al.*²⁷⁸, utilizando algún tema de la disciplina química y la ReCo tal y cómo la proponen Loughran *et al.* (ver la Tabla 16), se encontró que no todas las respuestas a las preguntas generaban información relevante.

274 VICENTE TALANQUER. Recreating a periodic table: a tool for developing pedagogical content knowledge.

275 REYES, F. et al. Op. Cit.

276 ANDONI GARRITZ, Porro, S., Rembado F. M. y Trinidad, R. Latin-American teachers' pedagogical content knowledge of the particulate nature of matter.

277 ANDONI GARRITZ, y Velázquez, Biotechnology pedagogical knowledge through Mortimer's conceptual profile.

278 KIRA PADILLA, Ponce-de-León, A. M., Rembado, F. M. y Garritz, A. Undergraduate Professors' Pedagogical Content Knowledge: The case of 'amount of substance'.

Tabla 16. Cuestionario ReCo de investigaciones previas.

¿Cuáles son las ideas científicas que se encuentran en el centro del tema “Reacción química”? Es decir, seleccione entre tres a cinco ideas en las que acostumbre dividir la enseñanza del concepto de reacción química. Se trata de que en ese conjunto de ideas estén reflejadas las más importantes del tema a impartir, o las de sus precedentes.

Para cada una de estas ideas responda las siguientes preguntas:

1. ¿Qué intenta que aprendan los alumnos alrededor de esta idea?
2. ¿Por qué es importante que los alumnos sepan esta idea?
3. ¿Qué más sabe respecto a esta idea? (y que no incluye en sus explicaciones a sus alumnos)
4. ¿Cuáles son las dificultades/limitaciones relacionadas con la enseñanza de esta idea?
5. ¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los alumnos influyen en su enseñanza de esta idea?
6. ¿Qué otros factores influyen en su enseñanza de esta idea?
7. ¿Cuáles procedimientos de enseñanza emplea? (y las razones particulares de su uso con esta idea).
8. ¿Qué formas específicas de evaluación del entendimiento o de la confusión de los alumnos emplea alrededor de esta idea?

En este sentido Loughran, Mulhall y Berry mencionan que “algunas secciones de la ReCo pueden contener más detalles que otras y es de esperarse que algunas de las casillas de la matriz de la ReCo sean dejadas en blanco cuando se responde el cuestionario, sin embargo la ReCo es una representación que permite cambios, una vez que se ha tenido alguna información acerca de cómo funciona con contenidos específicos”²⁷⁹ [y en contextos sociales específicos]. Este último agregado “los contextos sociales” se propone como en respuesta a la congruencia encontrada en las investigaciones mencionadas en cuanto la ausencia de respuestas o a las respuestas circulares en las mismas preguntas realizadas en contextos mexicanos en química.

Para esta investigación, se decidió modificar las ocho preguntas por dos motivos, primeramente se encontró que los profesores tendían a expresar información similar o circular en las preguntas 1 y 2, por lo que se decidió fusionar ambas en la pregunta “I” de la Tabla 17; en cuanto a las preguntas 3, 5 y 6, llamó la atención la alta incidencia de ausencia de información ya sea porque no las respondieron o porque escribieron párrafos que no

279 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Mulhall, P. (Eds.) Understanding and Developing Science Teachers’ Pedagogical Content Knowledge, p. 23.

presentaron información relevante, por lo que han sido eliminadas de la ReCo. Así las preguntas que integran al cuestionario aplicado en este trabajo se presentan en la Tabla 17, y se abocan a cuatro ejes: Importancia; dificultades; evaluación; y ejemplos y procedimientos.

Tabla 17. Preguntas del cuestionario ReCo seleccionadas y modificadas		
I	Importancia	Describa brevemente por qué considera importante promover el desarrollo de esta actividad.
II	Dificultades	¿A qué dificultades o limitaciones se enfrenta al tratar de fomentar que se realice esta actividad?
III	Evaluación	¿De qué manera evalúa si los estudiantes se encuentran desarrollando esta actividad?
IV	Ejemplos y procedimientos	¿Qué ejemplos y procedimientos emplea para promover que los alumnos lleven a cabo esta actividad?

En esta investigación se busca revelar una serie de ideas y actividades centrales de la indagación de los talleristas de PAUTA. En lugar de pedir a los talleristas que eligieran las ideas centrales, se escogió un conjunto de ellas para lo cual se realizó una búsqueda centrada en la indagación, que generó la siguiente lista de actividades pedagógicas que el guía o tallerista deberá promover:

Tabla 18. Actividades pedagógicas relacionadas a la indagación.	
A.	Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación;
B.	Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes;
C.	Reunir información bibliográfica para que sirva de pruebas;
D.	Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas;
E.	Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes;
F.	Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones;
G.	Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación.

Con las actividades pedagógicas para la indagación como ideas principales y las cuatro preguntas ejes, el cuestionario ReCo busca la explicación de las actividades que realiza el docente y cómo es que estas actividades se relacionan con las diferentes habilidades de indagación que desarrollan los estudiantes.

En cuanto a la implementación, en lugar de presentar este cuestionario como matriz (ver Ilustración 7), se presentó a modo de cuestionario (Ilustración 8)

Ilustración 7. Matriz ReI para documentar el saber pedagógico de la indagación				
Actividades de indagación →	Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante indagación			Diseñar y conducir trabajo de investigación
I. Describa brevemente por qué considera importante el desarrollo de algunas de las actividades de indagación.				
...				
IV.				

Es de la creencia de la autora de esta tesis, que el formato en matriz genera respuesta cortas que caben en el recuadro y que un cuestionario abierto permite respuestas más extensas y es por esto que se decidió colocarlo en el siguiente formato (Ilustración 8):

Ilustración 8. Cuestionario ReI	
Cuestionario Para Talleristas Pauta Enfocado al Desarrollo de Habilidades	
Este cuestionario ha sido diseñado para documentar algunas de las experiencias y estrategias generales de los talleristas PAUTA. Sus respuestas nos ayudarán a mejorar los recursos y herramientas en la formación de talleristas y profesores. ¡Muchas gracias por su colaboración!	
1 ¿Qué características tiene un taller PAUTA? (Responda lo más ampliamente posible)	
2 ¿Qué entiende por indagación? (Responda lo más ampliamente posible)	
Nombre	
Grado Académico	
Edad	
Experiencia docente	
3 Seleccione y marque con una cruz en la columna izquierda de la siguiente tabla las actividades que promueve al momento de impartir talleres PAUTA.	
<input type="checkbox"/>	Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación
<input type="checkbox"/>	Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes
<input type="checkbox"/>	Reunir información bibliográfica para que sirva de pruebas

	Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas
	Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes
	Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones, como las marcadas con un * en el recuadro 1 que se encuentra abajo.
	Compartir con otros mediante argumentación lo que han aprendido a través de indagación.

Recuadro 1. (acciones para diseñar y conducir trabajo de investigación: actividad pedagógica F)

- *Reflexionar sobre las observaciones y fomentar la búsqueda de patrones en la información
- *Generar relaciones hipotéticas y pruebas entre las variables
- *Postular factores causales potenciales
- *Evaluar la consistencia empírica de la información
- *Hacer uso de analogías y/o de la intuición para ayudar a conceptualizar los fenómenos
- *Formular y manipular modelos físicos y mentales
- *Utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos
- *Pensar crítica y lógicamente para desarrollar predicciones, explicaciones y modelos empleando las pruebas

- *Coordinar los modelos teóricos con la información
- *Evaluar las explicaciones alcanzadas, con algún modelos científico
- *Comunicar hechos y procedimientos científicos en la clase

Por favor, conteste lo más extensamente posible las siguientes cuatro preguntas, para las actividades pedagógicas que ha marcado la tabla en la pregunta 3 (incisos del “A” al “G”)

- I. Describa brevemente por qué considera importante promover el desarrollo de esta actividad.
- II. ¿A qué dificultades o limitaciones se enfrenta al tratar de fomentar que se realice esta actividad?
- III. ¿De qué manera evalúa si los estudiantes se encuentran desarrollando esta actividad?
- IV. ¿Qué ejemplos y procedimientos emplea para promover que los alumnos lleven a cabo esta actividad?

El cuestionario ReI se presentó en una sesión de formación de personal PAUTA en formato impreso y se explicó la forma de llenado. Se explicó que no era importante entregarlo rápido, pero que sí lo era que se llenara con claridad y profundidad y que la entrega podía realizarse en medio impreso o en medio digital.

El cuestionario fue proporcionado también en versión digital a cada tallerista y se les dieron tres semanas para responder individualmente el cuestionario. Ninguno de los talleristas solicitó alguna clarificación o indicación adicional para responderlo. Ocho talleristas enviaron el ReI en formato digital, uno en impreso llenado a mano y dos no lo entregaron. En la siguiente tabla se encuentra la relación de los talleristas con su ingreso a PAUTA y si completaron el cuestionario.

Tabla 19. Relación de talleristas que respondieron el cuestionario ReI		
T	Ingreso al programa:	Completaron el ReI
T1	Mayo 2007	Sí
T2	Mayo 2007	Sí
T3	Abril 2008	Sí
T4	Abril 2008	Sí
T5	Abril 2008	Sí
T6	Mayo 2007	Sí
T7	Abril 2008	Sí
T8	Mayo 2007	Sí
T9	Abril 2008	Sí
T10	Mayo 2007	No
T11	Mayo 2007	No

Se aplicó el primer instrumento el cuestionario ReI en el año 2009, considerando que el programa comenzó a utilizar el “modelo didáctico”²⁸⁰ que es vigente hasta hoy desde mediados del año 2008 y se dio tiempo para una etapa de adaptación para tener una población que conociera la propuesta didáctica y tuviese ya experiencia en talleres pilotos llevados a cabo en el 2008.

El cuestionario fue recabado entre el 20 de mayo y el 10 de junio del 2009 con una representación del 82% de la población total: cuatro talleristas de ingreso en mayo 2007 y cinco talleristas del ingreso de abril 2008. Una vez analizada la información proporcionada por la ReI se eligió la información relevante que se quería profundizar con el segundo instrumento: los inventarios, que se describen inmediatamente.

4.2. Inventarios

Pedagogical and Professional Experience Repertoire (PaPer por sus siglas en inglés), en español “Repertorio de experiencia profesional y pedagógica” o Inventario “... se refiere a un ejemplo concreto de aspectos de enseñanza y aprendizaje de un tema en particular. Se intenta que el inventario represente el razonamiento del profesor, o sea, el pensamiento y acciones de un profesor de ciencia exitoso al enseñar un aspecto específico

280 PAUTA. Modelo didáctico PAUTA.

del contenido científico. Los inventarios ofrecen una forma de capturar la naturaleza holística y la complejidad del conocimiento pedagógico del contenido.”²⁸¹

Estos ensayos narrativos del SPC de un profesor para una pieza particular de contenido, en este trabajo serán nombrados como “inventarios”, como se ha usado en el artículo de Raviolo y Garritz²⁸².

En cada inventario se busca que un profesor desarrolle su pensamiento acerca de un elemento seleccionado del SPC. El inventario puede estar basado en observaciones de clase, comentarios hechos por el profesor durante el desarrollo la ReCo, u otros elementos. Un inventario refleja, por lo tanto, la riqueza y el razonamiento del maestro (o maestra), es decir, el pensamiento y acciones que debe llevar a cabo al enseñar un tema específico del contenido científico.

Loughran *et al.*²⁸³ “consideran que el inventario debe ser de un contenido temático; debe permitirnos mirar dentro de una situación de enseñanza/aprendizaje en el que el contenido da forma a la pedagogía por lo tanto tienda a estar ligado a uno o dos de las grandes ideas de la ReCo y deben ser anotadas al principio del inventario específico. Un inventario es acerca de la enseñanza de ESTE contenido en ESTE contexto y ayuda a ilustrar aspectos del SPC.”

En este sentido los inventarios A y B se toman de la ReI y centran en la actividad pedagógica “D. Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas” y al aspecto: III. ¿De qué manera evalúa si los estudiantes se encuentran desarrollando esta actividad? (Ilustración 9)

281 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Mulhall, P. (Eds.) Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. P. 23

282 ANDRÉS RAVIOLO y Garritz, A. Decálogos e inventarios.

283 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Gunstone, R. Attempting to capture and portray Science teachers' Pedagogical Content Knowledge. p. 3

Ilustración 9. Selección del ReI para desarrollar en los inventarios								
Actividad Pedagógica: Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas								
Aspecto: Evaluación	Importancia				D: formular...			
	Dificultades del tallerista							
	Evaluar							
	Ejemplos/procedimientos							
	Dificultades de los estudiantes							

Los dos momentos en los que se podría evaluar esta actividad “D. Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas” en los talleres son: “Construcción” y “Dándole sentido” ya que es dónde los alumnos formulan explicaciones a partir de las pruebas y en dónde los talleristas se incorporan de diversas formas a las comunicaciones sostenidas en los equipos o en el grupo en general.

Sin embargo, hay una diferencia notable entre estos dos momentos: En “construcción”, los alumnos en pequeños grupos pueden probar diferentes cosas e ir generando diferentes explicaciones o fortaleciéndolas en la medida en la que avanzan en la actividad. Los talleristas por su parte pueden acompañar y de ser necesario dirigir a los estudiantes a que se centren en el reto de resolver el problema planteado y sus cuestiones relevantes; y al mismo tiempo avanzar a ritmos diferentes en cada uno de los pequeños grupos. En “Dándole sentido” es un momento en donde ya no hay cabida para la experimentación por lo que en este espacio ocurren conversaciones en plenaria en dónde de los alumnos comparten lo que hicieron, lo que encontraron y las razones por la cuales creen que se respalda lo que encontraron. Y los talleristas por su parte dirigen la discusión guiada con el fin de que los estudiantes puedan compartir sus hallazgos, así como también las diferencias y similitudes encontradas en los equipos. Por lo anterior parece más fructífero seguir las intervenciones de los talleristas en “construcción”.

Loughran *et al.*²⁸⁴ mencionan que “debe haber una variedad de formatos para los inventarios (por ejemplo, entrevistas, voz del observador, diarios de campo,... , registros escritos, entre otros) para que su retrato permita al lector identificarse con la situación y , como resultado de la forma específica pedagógica, el contenido y el contexto, para obtener significados de ella.”

En este caso los inventarios han sido elaborados por la autora de esta tesis a partir de una sesión filmada de una secuencia de tres talleres de química y física que abordó el tema de flotación.

Se seleccionaron a dos talleristas (de los nueve que completaron el ReI se escogió a T1 y T5) de la misma edad bajo cuatro criterios:

- Antigüedad en PAUTA: Haber estado en el programa PAUTA desde el año 2008.
- Experiencia en la secuencia seleccionada: Haber impartido la secuencia “Flotando si flotando no” en el 2008 y en el 2010 (durante el 2009 no se implementó dicha secuencia por parte de los talleristas PAUTA).
- Formación: A pesar de que la mayoría de los talleristas tienen una formación relacionada con las ciencias naturales, la ingeniería o las matemáticas; hay algunos talleristas que tienen una formación en las ciencias sociales y las humanidades. Parece relevante generar inventarios de un tallerista perteneciente a cada una de las dos áreas formativas: uno en humanidades y otro en ciencias naturales.
- Estar contemplado para impartir talleres PAUTA1 en el ciclo 2010.

Para elegir los talleres a grabar como base para generar los inventarios, en 2010, PAUTA contaba únicamente con dos secuencias de talleres probadas y validadas. A principios del año 2010 inicia un grupo de niños con dos talleristas como corresponsables (T1 y T5) del grupo y uno de apoyo (T10) que impartirían las dos secuencias aire y flotación. En la Tabla 20 se presentan los datos de los tres talleristas.

284 Ídem.

T	Ingreso al programa	Formación	Experiencia en docencia/ manejo de grupos
T1	Mayo 2007	CN	9 años
T5	Abril 2008	CS	10 años
T10	Mayo 2007	M	10 años

Nota: CN=Formación inicial en ciencias naturales; CS: Formación inicial en ciencias sociales; M=Matemáticas.

Se impartió primero la secuencia de aire y después la de flotación. A partir del segundo taller (de tres) de la primera secuencia se introdujo la videocámara para hacer pruebas de filmación y también para que tanto los niños como los talleristas se familiarizaran con las videocámaras y grabadoras de audio. Con este periodo de adaptación se eligió el primer taller de la segunda secuencia “flotación” para la elaboración de los inventarios.

Los talleres PAUTA, como Schwab²⁸⁵ recomienda, se encuentran organizados en secuencias de tipo experimental que permiten que los estudiantes revisen conceptos científicos involucrados en un problema o pregunta específico en diferentes contextos.

Para seleccionar el taller, Charpak menciona que es importante “tener en cuenta la edad de los niños y las niñas, no todos los objetos o fenómenos se prestan en la misma medida a una buena comprensión. En un ‘buen’ tema, y gracias a un procedimiento de investigación, los niños y las niñas llegan por sí mismos a conceptos y teorías intermedias. Determinar esos temas no puede depender solamente de las habilidades del docente, sino que requiere un trabajo de investigación que desemboque en la producción de herramientas útiles para el docente”²⁸⁶

En este sentido la secuencia de flotación busca que los niños exploren y experimenten con diferentes objetos para conocer el fenómeno de la flotación. Esto se trabaja a través de tres talleres secuenciados en los que se exploran diferentes conceptos relacionados: la masa, el volumen y la densidad. La secuencia va aumentando gradualmente la complejidad y explora diferentes contextos de aplicación, permitiendo una construcción

285 JOSEPH SCHWAB, What Do Scientists Do?

286 GEORGES CHARPAK. Manos a la obra. Las ciencias en la escuela primaria p. 71

conceptual más robusta y clara, y que pueda utilizarse en diversas situaciones. Las principales habilidades a promover que desarrollen los estudiantes son: Probar ideas, predicciones y explicaciones; Identificar y controlar variables; Identificar y clasificar objetos; Justificar las inferencias a la luz de los datos obtenidos; Sugerir explicaciones basadas en las pruebas; y Detallar la solución para un problema.

En la secuencia de flotación se trabajan tres talleres en los que se abordan determinados aspectos que influyen sobre el fenómeno: 1) El material del que están hechos los objetos en el primer taller, 2) el cambio en el volumen cuando la masa no varía en el segundo taller, y 3) La modificación del volumen y la distribución de la masa cuando ésta se aumenta en el tercer taller.

Se seleccionó el primer taller para la elaboración de los inventarios. El reto en este taller es averiguar ¿De qué depende que unos objetos floten y otros no? Y se trabaja con objetos que tienen misma forma (cucharas, cilindros y rondanas), tienen aproximadamente el mismo tamaño y son de materiales distintos (plástico, madera y metal). En cada momento el tallerista debe realizar una serie de acciones específicas para promover el desarrollo de habilidades y la construcción conceptual en sus estudiantes. Como “Flotando sí, flotando no” es el primer taller de la secuencia llamada “flotación” se espera que la construcción del conocimiento puede no ser del todo correcta con respecto a la ciencia, es decir se busca construir conceptos y teorías intermedias²⁸⁷, pues requerirá al menos dos talleres más para dar forma al concepto densidad. En este taller es suficiente que se aprecie que el material del cual un objeto está hecho está relacionado con su flotación.

El taller “Flotando sí, flotando no” tiene como propósito que “los niños exploren y experimenten con diferentes objetos para descubrir que el material es una de las variables que determina la posibilidad de flotación de un objeto y no solamente su tamaño o su peso”²⁸⁸, como se puede observar en la siguiente ilustración:

287 *Ídem.*

288 PAUTA. Secuencia “Flotabilidad”

Ilustración 10. Extracto de la descripción general de la secuencia de flotación.

TEMA DE LA SECUENCIA: FLOTACIÓN¶

Propósito general de la secuencia¶

Se espera que los niños exploren y experimenten con diferentes objetos para conocer de manera científica el fenómeno de la flotación. Esto se trabaja a través de tres talleres secuenciados en los que se exploran diferentes aspectos: la masa y el volumen (densidad). ¶

Conceptos que abordan:¶

Masa: propiedad intrínseca de los objetos materiales, en términos prácticos es una medida de la cantidad de materia de un cuerpo, y también puede considerarse como una medida cuantitativa de la resistencia de un cuerpo a cambiar su estado de movimiento cuando se aplica una fuerza dada (Resnick *et al.* 1993). ¶

Volumen: cantidad definida como el espacio tridimensional ocupado por un cuerpo. ¶

Densidad: cantidad de masa contenida en un determinado volumen. ¶

¿Cómo se estructura la construcción conceptual a través de los talleres propuestos?¶

El primer taller de la secuencia se centra en el aspecto medular de la flotación: que la densidad del material (es decir, la relación entre masa y volumen) con que está hecho un objeto, en comparación con la del líquido en que está sumergido, determina la posibilidad de que flote o se hunda. Aquí los niños tienen la posibilidad de identificar o probar las nociones previas que tienen al respecto. ¶

TALLER 1: Flotando sí, flotando no¶

Propósito: Que los niños exploren y experimenten con diferentes objetos para descubrir que el material es una de las variables que determina la posibilidad de flotación de un objeto y no solamente su tamaño o su peso. ¶

Reto: Averiguar ¿De qué depende que unos objetos floten y otros no?¶

La sesión fue conducida por tres talleristas (T1, T5 y T10) y se elaboraron el “Inventario A” y el “Inventario B” correspondientes a T1 y a T5. El T10 sólo participó como apoyo en fragmentos de dos de los tres talleres que conforman la secuencia y no estuvo presente en ningún cierre de taller, además de que no entregó respondido el ReI por lo que no se elaboró un inventario para este sujeto.

El taller se llevó a cabo el 12 de junio de 2010 con un grupo multigrado de primero a sexto de primaria que se encontraba en su primer año en PAUTA y ha llevado hasta el momento con los mismos talleristas (T1 y T5) cinco actividades: una de introducción al programa, tres talleres consecutivos de una secuencia de “aire” y una sesión de visita a la biblioteca.

Los niños que participaron en este curso fueron seleccionados por Niñ@s Talento²⁸⁹ DIF, y se encuentran especializados en talento en Ciencias Naturales. Estos chicos han tomado otros talleres y cursos antes y es la primera vez que se inscriben en PAUTA. El grupo formado para este curso consta de diez niños de los que participaron 8 (Tabla 21) en la secuencia de flotación y es un grupo multigrado de los 8 a los 13 años de edad.

Alumno (A)	Equipo	Edad
A1	E3	10
A2	E1	9
A3	E2	9
A5	E3	11
A6	E2	11
A7	E1	8
A4	E1	8
A8	E3	12

Se video-grabó el taller con una cámara que filmó la acción de las dos talleristas de forma alternada y dos grabadoras de audio colocadas en las talleristas de forma individual.

El taller tuvo un tiempo de 1 hora con 55 minutos y 55 segundos conformada por:

- La “Presentación” (00:00:00- 00:26:30) que consistió en dos momentos. El primero una actividad pre-taller (00:00:00 – 00:13:14): bienvenida a la sesión, dinámica de inicio (de integración y rompehielos) y recuperación del taller previo a través del uso del registro escrito; Y posteriormente la presentación del taller (00:13:14- 00:26:30) que incluye la presentación de materiales, del

289 DIF. Niños Talento

problema a resolver y la realización de predicciones por parte de los estudiantes en su bitácora.

- La “Construcción” (00:26:30- 00:50:00) en la que los talleristas acompañan a los alumnos en la realización de acciones dirigidas a resolver del reto.
- Y “Dándole sentido y extensión del conocimiento” (00:50:00- 01:55:53). En esta fase los alumnos compartieron lo que encontraron a través de la experimentación y algunas conclusiones que generaron. Los talleristas guiaron discusiones en torno a la descripción de lo que hicieron y la explicación de las razones por la cuales ocurrió. Los alumnos recuperaron la experiencia, las reflexiones y las notas de su bitácora para su argumentación. Los alumnos también comunicaron el problema planteado y el proceso utilizado para encontrar la solución.

Resultados y análisis

There are two statements about human beings that are true: that all human beings are alike,
and that all are different. On those two facts all human wisdom is founded.

Mark Van Doren, American poet (1894-1972).²⁹⁰

²⁹⁰ Citado en ARA NORENZAYAN y Heine, Steven Psychological universals: what are they and how can we know? p. 763

5. Resultados y análisis de resultados

5.1. SPI: El cuestionario ReI

El cuestionario “representación de la indagación” (ReI) fue elaborado para registrar el “Saber pedagógico de la indagación” (SPI) de los talleristas PAUTA. El cuestionario se diseñó en tres secciones: la primera parte consiste en una pregunta abierta referida al programa PAUTA; la segunda es otra pregunta abierta referida a la indagación; y la tercera consiste en una lista de actividades pedagógicas de la cual deben seleccionar las que los talleristas creen promover cuando conducen talleres PAUTA, y para cada actividad seleccionada se les pide responder cuatro preguntas abiertas:

I	Importancia	Describa brevemente por qué considera importante promover el desarrollo de esta actividad.
II	Dificultades	¿A qué dificultades o limitaciones se enfrenta al tratar de fomentar que se realice esta actividad?
III	Evaluación	¿De qué manera evalúa si los estudiantes se encuentran desarrollando esta actividad?
IV	Ejemplos /procedimientos	¿Qué ejemplos y procedimientos emplea para promover que los alumnos lleven a cabo esta actividad?

Como Loughran y otros²⁹¹ expresan, alguna sección de un cuestionario ReCo puede tener más detalles que otra, así que “debido a la forma de representación que toma la ReCo, permite que se hagan cambios y/o adiciones conforme se amplía la comprensión o conforme se dilucidan y refinan otros temas”. Debido a esto, la autora de esta tesis piensa que la ReCo es una representación que permite cambios en sus preguntas. Por ello, aunque las cuatro utilizadas finalmente están íntimamente relacionadas con otras tantas de Loughran *et al.*²⁹² (2004), fueron rephraseadas y reformuladas en este trabajo.

291 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Mulhall, P. Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge. P. 23

292 JOHN LOUGHRAN, Mulhall, P. y Berry, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice

Todos los talleristas que contestaron el cuestionario ReI tienen experiencia en PAUTA en la construcción de secuencias didácticas y en la impartición de talleres.

El análisis de las ReIs se realizó después de numerosas lecturas a profundidad de los nueve cuestionarios, lo que permitió construir toda una serie de elementos comunes que se encontraron en las respuestas. Esto se llevó a cabo identificando patrones en las diferentes ideas que los talleristas expresaron en sus respuestas.

Estos elementos comunes se expondrán más adelante junto con ejemplos específicos de las respuestas escritas que se presentan en comillas, seguidas por la letra “T” de tallerista y esta, a su vez, seguida de un número (del uno al nueve) en correspondencia al tallerista que ha provisto esta respuesta, por ejemplo:

“las actividades para los niños de educación primaria se han diseñado con el enfoque en un concepto científico en una secuencia de tres actividades: construir y reforzar el concepto; presentar el problema a resolver- para que los estudiantes estén motivados- , y se promueva el desarrollo de habilidades.” T5

El análisis se presenta en tres secciones, concordantes con el cuestionario ReI: 1. Los talleres PAUTA; 2. La indagación y 3. Las actividades pedagógicas.

5.1.1. Los talleres PAUTA

Se identificaron los siguientes elementos en las respuestas:

- a. ¿Qué es un taller PAUTA?,
- b. El objetivo de los talleres,
- c. La relación con el constructivismo,
- d. La función del tallerista, y
- e. A quién están dirigidos.

Por ejemplo la respuesta del tallerista 5 es la siguiente y, por lo subrayado, se caracterizó como “b.”:

“Las actividades PAUTA tienen como propósito principal desarrollar en los niños habilidades y actitudes para la ciencia y propiciar que construyan o inicien la construcción de algunos conceptos científicos.”

T5

La siguiente parte de la respuesta del tallerista 6 de caracterizó como “b y c”:

En el caso de los talleres, se han diseñado de tal manera que cuenten con las siguientes características: trabajar sobre un tema de ciencias naturales en una secuencia de varios talleres, para que los niños puedan construir y reforzar un concepto; formular en cada sesión un reto, para que se entusiasmen por resolverlo y, al hacerlo, en los diferentes momentos del taller, desarrollen las habilidades y actitudes deseadas. Los talleres tienen tres momentos: presentación, construcción y dándole sentido...” T6

Y esta última parte de la misma respuesta como “a”:

Tomando en cuenta esto, creo que los espacios PAUTA que construimos con ellos son algo más que talleres de ciencia. Son espacios donde se sienten cómodos y contentos.” T6

En cada respuesta se buscaron elementos referentes a los cinco aspectos, en este caso se encuentra para a) son espacios; para b) desarrollar habilidades y construir conceptos; para c) Construir; para d) sin mención y para e) a niños.

I. ¿Qué es un taller PAUTA?

Esta primera sección provee el contexto general de lo que los talleristas comprenden de los talleres PAUTA que se consideran: “una actividad en la que el estudiante construye o refuerza un concepto” (T1, T5, T6, T7, T8), es “la experimentación de temas científicos” (T2, T3, T5, T6, T7, T8); y que “es una

actividad en la que los niños aprenden a desarrollar sus habilidades y actitudes” (T2, T3, T4, T6, T8).

II. El objetivo de los talleres

Se encuentran dos objetivos generales:

- La construcción o reforzamiento de un concepto (T1, T4, T5, T6, T8). P. ej: “Las actividades PAUTA buscan que los niños construyan conocimiento científico, es decir conocimiento acerca del mundo natural que les rodea y que además éste lo puedan utilizar para explicar en diferentes circunstancias otros tipos de fenómenos” T8
- El desarrollo de habilidades (cognitivas o metacognitivas). (T4, T5, T6, T7, T8) P. ej. "los niños aprenden a desarrollar habilidades cognitivas, metacognitivas y actitudes”

De lo anterior, parece que en una secuencia de talleres PAUTA se construyen conocimientos y conceptos mediante el desarrollo de habilidades cognitivas, metacognitivas, así como también actitudes para la ciencia. Los talleristas 2, 3 y 9 no expresan el objetivo de los talleres en su respuesta.

Una de las respuestas relevantes por su contenido es la que genera el tallerista 5 ya que se encuentra el desarrollo de actitudes: “El objetivo de los talleres es que los niños desarrollen habilidades para la ciencia, al resolver retos o problemas alrededor de un tema específico... Otro de los objetivos es que se desarrollen no solo habilidades cognitivas sino habilidades metacognitivas, ya que son parte del proceso de desarrollo de habilidades científicas, por lo tanto los talleres deben responder al contenido y al desarrollo de habilidades. Agregaría que también es importante el desarrollo de habilidades sociales, que por el tipo de trabajo de los talleres, también se desarrollan, como es la convivencia, el trabajo en equipo o colaborativo, la reflexión y análisis colectivo, entre otras. Para el caso del curso de madres y padres de familia,..., en estos talleres también se busca que se construyan los conceptos y signifique el desarrollo de habilidades científicas, se

promueve el desarrollo de habilidades sociales que no están muy alejadas de las científicas.”T5

Cabe mencionar que de los cinco talleristas que mencionan que se desarrollan habilidades para la ciencia, sólo tres hacen alusión a las habilidades metacognitivas. La relación de la ciencia con los talleres PAUTA se menciona por cinco personas al referirse a que involucran temas de ciencias o bien mencionan tres disciplinas específicas: física, química y biología.

III. La relación con el constructivismo

Un eje fundamental de los talleres PAUTA es la enseñanza basada en el constructivismo social, los talleristas lo relacionan con:

- el constructivismo es un método (T1, T3, T5 y T7) P. ej "En estas se usa el método constructivista, en el que, por medio de preguntas se lleva al niño a reflexionar sobre un tema,..." T3
- utilizan la palabra construcción pero no la definen (T5, T6, T7 y T8) P. ej. “los participantes construyen o refuerzan la construcción del concepto (o conocimiento científico) que se busca con la orientación del tallerista” T5

Resulta interesante que aunque utilizan la palabra constructivismo y la expresión construcción de conocimiento, no queda explícito que es lo que comprenden del constructivismo, salvo que es un método. Sería interesante profundizar en esto en una investigación posterior.

IV. La función del tallerista

En cuanto a la principal función de un tallerista es “preguntar” de acuerdo T4 y T5, uno de ellos hace énfasis también en el “acompañamiento” (T4) de los participantes, mientras que el segundo menciona “la orientación” (T5) ofrecida al participante. Llama la atención que únicamente dos talleristas mencionen este elemento dentro de sus respuestas.

V. A quién están dirigidos

La mayoría de los talleristas (menos T1 y T7) respondió que los talleres PAUTA se dirigen a niños o alumnos. Es importante comentar que los talleristas imparten sesiones a niños de primaria y algunos talleristas, adicionalmente, imparten sesiones con padres de familia o profesores o jóvenes. Y es clara la relación entre los grupos que imparten y lo que mencionaron los talleristas por ejemplo: T6 y T9 mencionan los adolescentes, T5 a los padres y madres de familia y T2 a los profesores.

En resumen los talleristas PAUTA consideran que un taller PAUTA es una actividad para niños en la que el estudiante construye o refuerza un concepto, experimenta con temas científicos, y es una actividad en la que los niños aprenden a desarrollar sus habilidades y actitudes. En una secuencia PAUTA se construyen conocimientos y conceptos mediante el desarrollo de habilidades cognitivas, metacognitivas, así como también actitudes para la ciencia. La principal función de un tallerista es preguntar y aunque utilizan la palabra constructivismo y la expresión construcción de conocimiento, no queda explícito que es lo que comprenden por constructivismo.

5.1.2. La indagación

Se realizó el mismo procedimiento que en la pregunta uno: se revisó la respuesta de cada tallerista y se identificaron los siguientes elementos:

- a. ¿Qué es indagación?,
- b. Las acciones involucradas en la indagación,
- c. La relación con la comprensión de la indagación, y
- d. ¿quién hace indagación?

Y después se destacaron las partes que dan respuesta a esto; por ejemplo el tallerista 4 respondió a la segunda pregunta ¿Qué entiende por indagación? Así (se subrayan los elementos que se consideraron para la caracterización de la respuesta):

“Es el averiguar o descubrir una o cualquier cosa a través del pensamiento o conjeturas. Ahora con base a este cuestionario y nuestra relación con la educación, puedo decir, qué la indagación sería una metodología, una reflexión del quehacer en el área de la educación. Me imagino que los principales actores de esta acción, son los educadores o maestros que a su vez se vuelven alumnos, teniendo la oportunidad de adquirir esta herramienta para mejorar en los procesos educativos. Puedes ser desde aspectos filosóficos, técnicos, didácticos y su propia práctica y realización profesional” T4

a) ¿Qué es indagación? Los talleristas generaron respuestas que se agruparon a su vez en tres categorías:

- i. Un proceso en el que se elaboran y responden preguntas. (T1, T2, T3, T6 y T9) P. ej. la indagación es “preguntar y en el caso de PAUTA entiendo como indagar, al proceso de hacer las preguntas adecuadas en el momento en que el niño está ante una acción.” T2
- ii. Un proceso que involucra conocer u obtener información. (T1, T5, T6, T7 y T8) P. ej. “la indagación se puede llevar a cabo mediante la observación, para obtener la mayor cantidad posible de información de un fenómeno o asunto en el que hemos pensado mediante experimentación y consulta bibliográfica.” T7
- iii. Una investigación. (T1, T7 y T9) P. ej. “El indagar es una actividad científica que permite conocer más el mundo que nos rodea. Considero que indagación es sinónimo de investigación.” T7, o “Para mi indagar es algo parecido a investigar, sólo que en un sentido más de propiciar la investigación”.T9

Recuperando del marco teórico de esta tesis: la indagación científica “es realizada por los investigadores y se interpreta como un método, una serie de actividades o una serie de comportamientos que permiten construir conocimiento

científico”, la tercera agrupación “una investigación” es la más cercana a esta posición.

Desde la indagación educativa, tanto primera (un proceso en el que se elaboran y responden preguntas) como la segunda (un proceso que involucra conocer u obtener información) pueden relacionarse. Particularmente retomando lo que respecta a los “puntos de encuentro se puede caracterizar a la indagación educativa como un método pedagógico o un modo instruccional, con un papel activo del estudiante, e importancia en la participación del docente”, en las respuestas de los talleristas la indagación educativa no es mencionada como un método pedagógico o modo instruccional, lo más cercano sería un procedimiento en el caso (i) para generar preguntas y respuestas. Llama la atención que no se menciona en ninguna de las respuestas el tipo de participación del estudiante y del docente, aunque sí hay una indicación de la acción a realizar: (i) hacer preguntas en el momento adecuado.

b) Las acciones involucradas a la indagación mencionadas por los talleristas son cinco:

- i. Hacer preguntas (T1, T2, T5, T6 y T9). P. ej. “... entiendo como indagar al proceso de hacer las preguntas adecuadas en el momento en que el niño está ante una acción.” T2
- ii. La observación (T1, T5, T6 y T7) P. ej. ”puede indagarse preguntando, observando, ...se puede indagar cada vez más ...” T5
- iii. La experimentación (T1, T4, T6, T7 y T9) P. ej. “Experimentando y llevando a cabo ensayos” T4
- iv. La reflexión (T6 y T9) “Pensando acerca de algo y haciendo inferencias” T9
- v. El intercambio de información (T5 y T6) “En el caso de los niños... explican porque podrían ser las cosas, las causas y efectos, en el trabajo

colectivo intercambian preguntas y respuestas, generando la construcción del concepto, las respuestas, esto permite la reflexión, discusión y conclusión de lo que se desea saber.” T5

En el capítulo de indagación se mencionan las cuatro concepciones más generalizadas²⁹³ de la indagación educativa: 1. Fomentar el cuestionamiento, que se menciona explícitamente en las respuestas de los talleristas (i); 2. Desarrollo de estrategias de enseñanza, que no se menciona; 3. Manos a la obra-mentes trabajando, que no se menciona explícitamente pero se podría relacionar con la experimentación (iii) y la reflexión (iv); y por último 4. Fomentar las habilidades experimentales, que se puede relacionar con la observación.

c) La relación con la comprensión de la indagación

En la siguiente Tabla 23 se relacionan las respuestas de los talleristas a la primer pregunta (a), relacionadas con las formas de comprensión fundamentales de la indagación.

Recordemos que hay siete diferentes comprensiones mencionadas por el NRC y que aquí únicamente se expresan tres de ellas: la investigación requiere de cuestionar; desarrolla explicaciones utilizando la observación; y hacen énfasis en pruebas y la coherencia de la formulación de explicaciones.

293 FLOR REYES-CÁRDENAS y Padilla, Kira. La indagación y la enseñanza de las ciencias. p. 415

Tabla 23. Relación de respuestas de la indagación con la comprensión de la misma.	
¿Qué entiende por indagación?	Comprensión de la indagación ^{294,295} (Tabla 7)
i) Un proceso en el que se elaboran y responden preguntas	1. La investigación requiere cuestionar y contestar preguntas así como la comparación de las respuestas con la información que ya se sabe del mundo;
ii) Un proceso que involucra conocer u obtener información	3. Los científicos desarrollan explicaciones utilizando la observación (pruebas) y lo que ya saben acerca del mundo (conocimiento científico)
iii) Una investigación	6. Las explicaciones científicas hacen énfasis en las pruebas, tiene una coherencia lógica en sus argumentaciones y utilizan principios, modelos y teorías científicas.

Hay un aspecto de la comprensión de la indagación que aportan las acciones involucradas (inciso b), en el que se expresa la publicación o comunicación de resultados -el T5 y T6 mencionan que se discute y se comparte la información- por lo que se relaciona con el numeral 7. Los científicos hacen públicos los resultados de su investigación y describen en que formas pueden otros científicos reproducir, revisar y formular preguntas acerca de la investigación.

En las respuestas de los talleristas no se mencionan los diferentes tipos de investigaciones, ni de la utilidad de las matemáticas, ni de la utilidad de la incorporación de instrumentos que son los otros tres aspectos de la comprensión de la indagación del NRC.

Lo anterior parece indicar que en cuanto a la comprensión de la indagación se encuentran presentes las acciones del proceso pero no la utilidad de instrumentos o herramientas (matemáticas incluidas), ni que hay diferentes tipos de investigaciones. Eso último puede estar relacionado a que PAUTA trabaja con un protocolo de

294 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The National Science Education Standards

295 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning,

actividades para ciencias naturales que incluye a la experimentación como aspecto central y no propicia el uso de las matemáticas explícitamente.

En la Tabla 24 se muestra una relación de los aspectos de la comprensión de la indagación mencionados por los talleristas, la formación inicial y la experiencia que tienen.

La comunicación es mencionada por talleristas que tienen una formación en el área de ciencias sociales, mientras que únicamente los de formación inicial de ciencias naturales mencionaron la investigación.

Tallerista		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Aspectos de la comprensión de la indagación	Cuestionamiento	Sí	Sí	Sí			Sí			Sí
	Proceso que involucra conocer u obtener información	Sí				Sí	Sí	Sí	Sí	
	Investigación	Sí						Sí		Sí
	Comunicación					Sí	Sí			
Formación inicial en CN o CS		CN	CN	CN	CN	CS	CS	CN	CN	CN
Experiencia en divulgación o enseñanza de la ciencia (años)		9	0	5	1	10	10	1	5	1

Nota: CN=ciencias naturales; CS: ciencias sociales.

Otro aspecto relevante es que el T1 y el T6 mencionan tres aspectos diferentes de la comprensión de la indagación y son dos talleristas con años cerca de 10 años de experiencia. Por lo anterior parece haber una relación favorable a dedicarse por varios años divulgación y enseñanza de las ciencias y una comprensión más amplia de la indagación.

d) ¿Quién hace indagación?

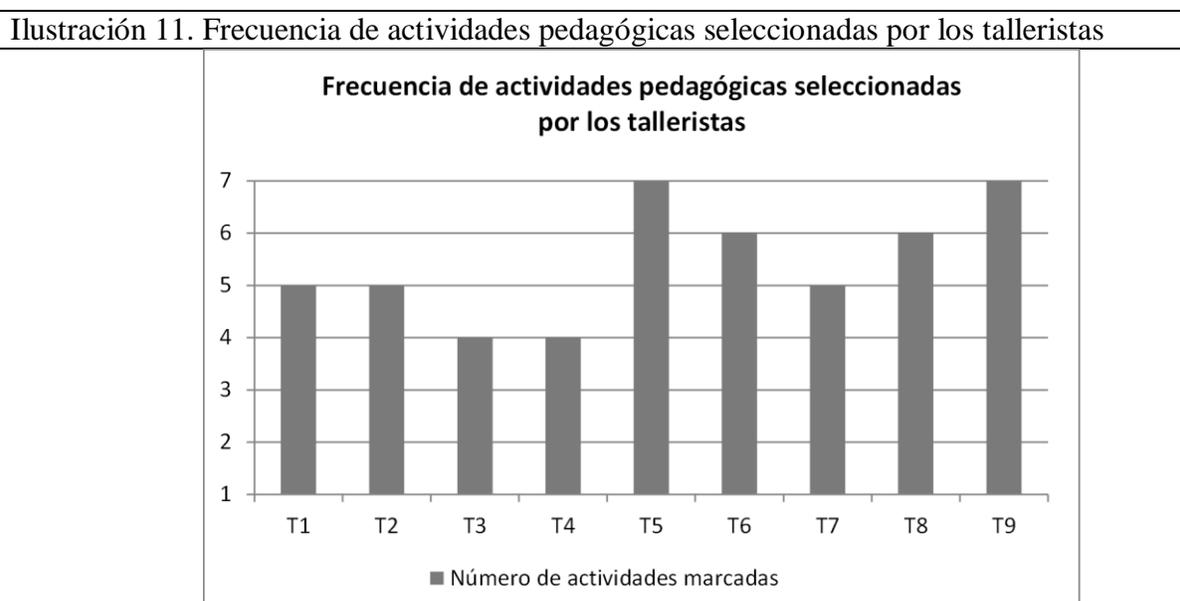
En cuanto a quién hace indagación las respuestas se concentran en tres: “los niños” que son mencionados en cinco ocasiones, “los maestros o instructores”, mencionado en una ocasión y “los científicos” con una mención.

Los talleristas mencionan dos interpretaciones de la indagación: la indagación científica y la indagación educativa, ésta última como un procedimiento para fomentar el cuestionamiento la experimentación y la reflexión. Esto coincide con el hecho ya referido de que la indagación es una actividad de los científicos, de los alumnos, o de los profesores. En la comprensión de la indagación que tienen los talleristas se encuentran presentes las acciones del proceso pero no la utilidad de instrumentos o herramientas (matemáticas incluidas), ni que hay diferentes tipos de investigaciones. Parece haber una relación favorable a dedicarse por varios años divulgación y enseñanza de las ciencias y una comprensión más amplia de la indagación.

5.1.3. *Las actividades pedagógicas para la indagación*

En esta tercera sección los talleristas seleccionaron las actividades pedagógicas relacionadas a la indagación que ellos creían promover al impartir talleres de ciencia con niños dentro del programa PAUTA.

Se presenta en la siguiente ilustración la frecuencia de actividades pedagógicas marcadas por los talleristas. Se puede observar que la moda de actividades pedagógicas marcadas es cinco con un mínimo de actividades pedagógicas marcadas de cuatro. Sin duda es un número alto en todos los casos.



Únicamente dos de los talleristas consideran que en su labor promueven todas las actividades pedagógicas propuestas cuando imparten talleres con niños. En la siguiente tabla se presenta la selección que realizó cada uno de los talleristas:

Actividades pedagógicas/Talleristas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	#
A. Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación;	sí	9								
B. Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes;	sí	sí	sí	sí	sí	sí		sí	sí	8
C. Reunir información bibliográfica para que sirva de prueba;					sí	sí			sí	3
D. Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas	sí	9								
E. Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes;	sí		sí		sí	sí	sí	sí	sí	7
F. Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones;		sí		sí	sí		sí	sí	sí	6
G. Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación.	sí	sí			sí	sí	sí	sí	sí	7

Se puede ver a primera vista en la Tabla 25, que sólo las actividades pedagógicas A y D son marcadas por todos los talleristas, en el caso de A, la pregunta a ser respondida, se menciona que los alumnos no plantean preguntas sino que el problema ya está planteado, y que dentro de la búsqueda de la resolución del problema se plantean otras preguntas. Las respuestas de los talleristas son más extensas en estas dos actividades pedagógicas. Por otro lado la actividad pedagógica que mencionan menos es la C. Se encontró que los tres talleristas que marcaron la C: “Reunir información bibliográfica para que sirva de pruebas” son los únicos que además de conducir talleres con niños de primaria -que pueden llevarse a cabo sin la búsqueda bibliográfica y que no la solicitan explícitamente- también conducen talleres con estudiantes de secundaria en donde la búsqueda bibliográfica es el centro de dos de las diez sesiones por periodo.

Se presentan a continuación la matriz (Tabla 26) llamada “ReI de los talleristas PAUTA” que muestra los resultados de lo que representa un tallerista prototipo como

representación de lo que piensa el grupo de talleristas. En cada recuadro se encuentran las expresiones representativas que reúnen a enunciados similares tomados a partir de las respuestas de los talleristas. En las filas se encuentran las siete actividades pedagógicas (A-G) y en las columnas las preguntas (i-iv).

Tabla 26. ReI “modelo” de los talleristas PAUTA				
La letra T asociada a un número representa los talleristas que mencionaron ideas que se integran en esta expresión genérica.				
Preguntas	Importancia	Dificultades	Evaluación	Ejemplos /procedimientos
A. Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación	Puede ayudar a resolver un reto (solución a un problema) T2,T4,T9 Promueve el razonamiento /la reflexión T2,T5,T9	Generar preguntas adecuadas (nivel, vocabulario, conceptos) T3,T4,T6,T8	Preguntando /cuestionando T3,T5,T8,T9 Observando sus acciones y siguiendo las discusiones internas de cada equipo T9	Con cuestionamientos de básico a complicado T3,T5,T9 Con respuestas T3,T9
B. Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes	Una vez comprendido el problema los alumnos entienden lo que van a hacer y pueden buscar una solución T1,T2,T3,T5,T8	El reto no está bien planteado T1,T4,T6,T8 Los estudiantes no pueden diferenciar los aspectos relevantes T4,T5,T9	Observando la planeación que hacen T3,T4,T5,T6 Revisando si está claro que es lo que van a hacer T1,T8,T9	Los talleristas se acercan a los niños y se aseguran que comprendan el problema T3, T6 Creando un ambiente de confianza T1,T9 Preguntar T5,T8
C. Reunir información bibliográfica para que sirva de prueba	Se fundamenta el tema de la actividad, los conceptos, y que no se limita a la discusión y exposición T5 Genera la investigación, la comparación y la búsqueda, ampliando el conocimiento T5 Los alumnos tienen un contexto para que puedan identificar qué cosa les puede ayudar a resolver su reto T9	La muestra de libros o bibliografía sobre un tema, debe ser en el momento adecuado T5 Los alumnos no conocen lo que hay en una biblioteca, ni tienen una idea clara de cómo les puede servir T6, T9	Observando la forma en que consultan libros T5	Después de concluir la actividad, mencionar que existe más información sobre el tema que se trató, que pueden consultar libros sobre el tema T5
D. Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas	El niño puede entender qué sucedió y explicar cómo resolvió el reto además de comprender de qué manera llegó a la solución T7,T8	La duración del taller T1,T8 La cantidad de niños T1 T7 Los niños no comprenden bien el problema o las preguntas T4,T5	Observando y orientando con preguntas T4, T5,T9 Escuchando las explicaciones que se dan entre ellos T1, T2,T7 Si las respuestas /explicaciones consideran las pruebas T5, T3	Pidiéndoles que expliquen qué han hecho T5,T3, T1

Tabla 26. ReI “modelo” de los talleristas PAUTA				
La letra T asociada a un número representa los talleristas que mencionaron ideas que se integran en esta expresión genérica.				
Preguntas	Importancia	Dificultades	Evaluación	Ejemplos /procedimientos
E. Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes	Al contextualizar el problema se logra un mayor acercamiento con la realidad T5,T7, T8,T9	A que la elección de ejemplos de relación con lo cotidiano o lo histórico puede ser evidente para el tallerista pero no necesariamente para los estudiantes T9	Escuchando sus participaciones y respuestas T2,T7, T8 Preguntándole sobre lo que entendió y pidiéndole que te diga cómo resolver un problema similar T3	Pedir que compartan si han visto algo similar, si no encuentran un ejemplo se les presenta uno T2, T5, T9 Hacer una buena formulación de preguntas T7, T8
F. Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones	Permite a los alumnos desarrollar su conocimiento y aprendizaje y les fortalece a resolver problemas de diferentes temas científicos y de la vida en general T4,T8	La complejidad en la comprensión y puesta en práctica de una investigación y el proceso que involucra T4, T5, T7, T8	Con preguntas, dudas o comentarios T4, T5 Con registro o dibujos del tema a resolver T4 Observando y comprendiendo las acciones de los niños y comparando esto con los objetivos de la actividad. T4, T5, T8	Que observen lo que hay a su alrededor y lo relacionen con la vida cotidiana y sus pruebas. Con base a su experiencia empírica, con el uso de analogías, el pensar lógicamente y críticamente y el hacer predicciones T4 Al terminó la actividad les pido que investiguen más sobre lo que trabajamos, p ej. con una pregunta abierta T5
G. Compartir con otros mediante argumentación lo que han aprendido a través de la indagación.	Los estudiantes comparten sus resultados y errores T1, T2, T5 Permite afianzar sus conocimientos y dar paso a algo más general T1, T2 T5, T8, T6 Permite evaluar y reformular sus ideas T5 El niño aprende a argumentar T7 El conocimiento se construye en sociedad T8	Se pueden presentar comparaciones entre los compañeros, arrogancia T5 Algunos estudiantes no comentan porque les da pena o temen dar una respuesta incorrecta, incluso ser regañados T5, T7, T9 Es difícil escuchar a cada uno de los estudiantes T1,T6, T9	Observando el trabajo que están realizando los equipos o los grupos T5, T8 Escuchar y poner atención a sus respuestas. Algunos niños requieren más tiempo que otros T1, T6, T7	Trabajar con grupos pequeños T6 Sentarnos en el suelo en círculo para concentrarnos en las respuestas de los demás T2,T6 Con algún ejemplo T9

A continuación se presenta cada una de las preguntas junto con una explicación general de cómo se respondió.

- I. **Importancia.** Describa brevemente por qué considera importante promover el desarrollo de esta actividad.

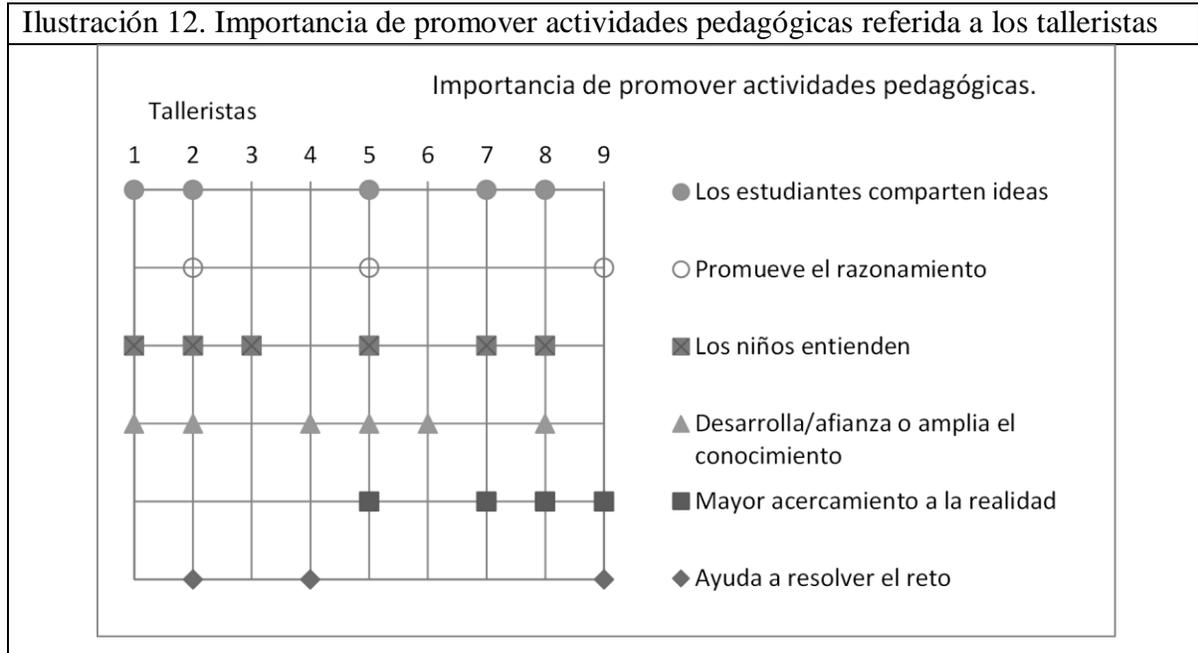
Para todas las actividades pedagógicas la importancia fue referida al beneficio del estudiante, por ejemplo para la actividad D: “El niño de esta manera puede entender qué sucedió y explicar cómo resolvió el reto”.

Se agruparon las respuestas de los talleristas, mencionando su procedencia, en seis renglones, ordenados por la importancia de promover las siete actividades pedagógicas, según se presentan en la siguiente tabla:

Agrupación	Respuestas a dificultades		T
1. Desarrolla/afianza o amplía el conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permite a los alumnos desarrollar su conocimiento y aprendizaje y les fortalece a resolver problemas de diferentes temas científicos y de la vida en general ➤ Permite afianzar sus conocimientos y dar paso a algo más general ➤ Genera la investigación, la comparación y la búsqueda, ampliando el conocimiento ➤ Se fundamenta el tema de la actividad, los conceptos, y que no se limita a la discusión y exposición 	C G F	T1 T2 T4 T5 T6 T8
2. Los niños entienden	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Una vez comprendido el problema los alumnos entienden lo que van a hacer y pueden buscar una solución ➤ El niño puede entender qué sucedió y explicar cómo resolvió el reto además de comprender de qué manera llegó a la solución 	B D	T1 T2 T3 T5 T7 T8
3. Los estudiantes comparten ideas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los estudiantes comparten sus resultados y errores ➤ El conocimiento se construye en sociedad ➤ El niño aprende a argumentar 	G	T1 T2 T5 T7 T8
4. Mayor acercamiento a la realidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Al contextualizar el problema se logra un mayor acercamiento con la realidad 	E	T5 T7 T8 T9

5. Ayuda a resolver el reto	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Puede ayudar a resolver un reto (solución a un problema) ➤ Los alumnos tienen un contexto para que puedan identificar qué cosa les puede ayudar a resolver su reto 	A C	T2 T4 T9
6. Promueve el razonamiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Promueve el razonamiento /la reflexión ➤ Permite evaluar y reformular sus ideas 	A G	T2 T5 T9

Es decir que la importancia de promover actividades pedagógicas se resume en seis ideas (1. Ayuda a resolver el reto; 2. Mayor acercamiento a la realidad; 3. Desarrolla/afianza o amplía el conocimiento; 4. Los niños entienden; 5. Promueve el razonamiento; y 6. Los estudiantes comparten ideas) y llama la atención que únicamente el tallerista 5 y el 2 mencionan casi todas ellas, como se puede ver en la Ilustración 12 .

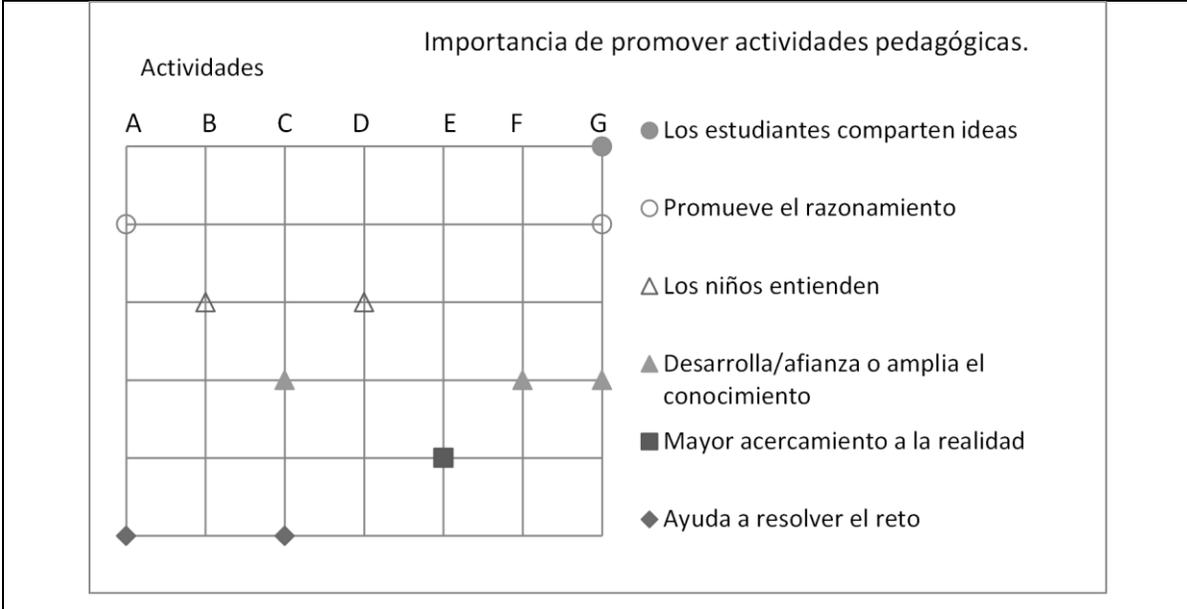


Las ideas en las que coinciden más talleristas son que los niños entienden y que desarrolla/afianza o amplía el conocimiento.

En la Ilustración 13, se puede apreciar que la respuesta a la importancia de promover la actividad está estrechamente relacionada con la actividad pedagógica referida. Por ejemplo en la actividad pedagógica E (Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes) es importante porque genera un

mayor acercamiento a la realidad. La B (Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes) y D (Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas) se consideran importantes porque los niños entienden. La actividad F (Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones) amplía el conocimiento.

Ilustración 13. Importancia de promover actividades pedagógicas referida a las actividades pedagógicas



A (Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación) y en C (Reunir información bibliográfica para que sirva de prueba), son dos actividades pedagógicas cuya importancia está referida a dos aspectos, en cada una uno ya mencionado anteriormente y el segundo que se reconoce como importante en ambas y es que ayuda a resolver el reto.

Sólo una actividad pedagógica G (Compartir con otros mediante argumentación lo que han aprendido a través de la indagación) se refirió a tres cuestiones, dos previamente mencionadas y una aportación: que los estudiantes comparten ideas.

II. Dificultades: ¿A qué dificultades o limitaciones se enfrenta al tratar de fomentar que se realice esta actividad?

Las dificultades para promover las actividades pedagógicas se pueden agrupar en tres tipos de respuestas (ver la Tabla 28):

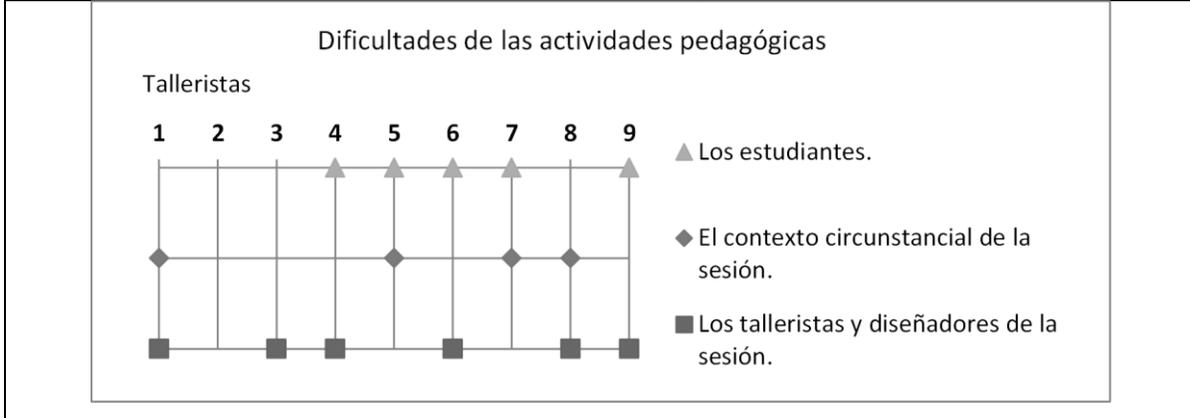
Agrupación	Respuestas a dificultades		
1. Los talleristas y diseñadores de la sesión	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Generar preguntas adecuadas ➤ A que la elección de ejemplos de relación con lo cotidiano o lo histórico puede ser evidente para el tallerista pero no necesariamente para los estudiantes ➤ Es difícil escuchar a cada uno de los estudiantes ➤ El reto no está bien planteado 	A B E G	T1 T3 T4 T6 T8 T9
2. Los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No pueden diferenciar los aspectos relevantes ➤ No conocen lo que hay en una biblioteca, ni tienen una idea clara de cómo les puede servir ➤ No comprenden bien el problema o las preguntas ➤ Algunos no comentan porque les da pena o temen dar una respuesta incorrecta, incluso ser regañados ➤ Se pueden presentar comparaciones entre los compañeros, arrogancia 	B C D G	T4 T5 T6 T7 T9
3. El contexto circunstancial de la sesión	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La duración del taller ➤ La cantidad de niños ➤ La muestra de libros o bibliografía sobre un tema, debe ser en el momento adecuado 	C D	T1 T5 T7 T8

En la primera dificultad Los talleristas y diseñadores de la sesión están incluidos “generar preguntas adecuadas” y “seleccionar historias o ejemplos de la vida cotidiana adecuados y evidentes para los estudiantes”; en la segunda Los estudiantes se incluyen habilidades y capacidades de los mismos; y en la tercera El contexto circunstancial de la sesión, se incluye el número de estudiantes y la duración de la actividad.

Como se puede apreciar en la Ilustración 14, la agrupación que más seleccionaron fue “los talleristas y diseñadores de la sesión” que involucra al diseño

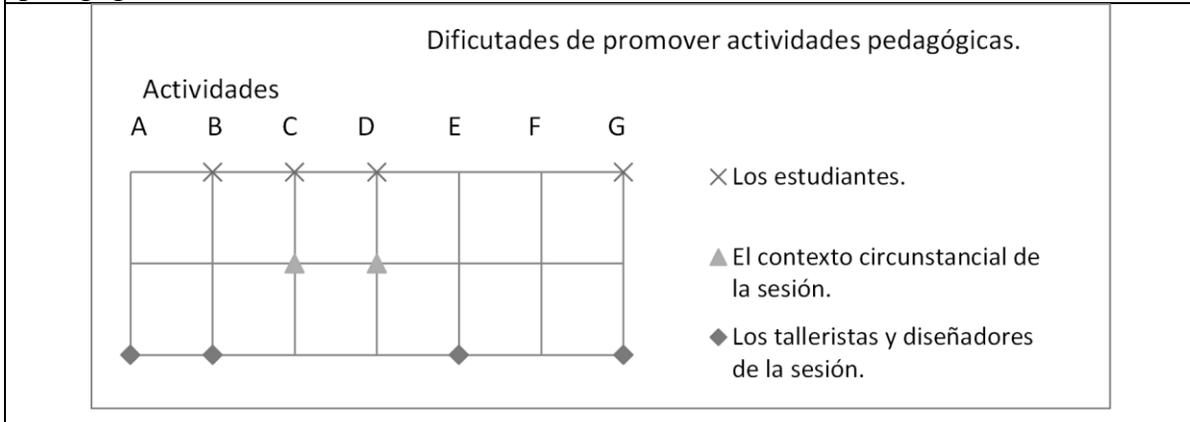
de la actividad y al desempeño del tallerista. Por lo anterior parece que al modificar la estructura de la sesión y la capacitación de los talleristas es posible reducir las dificultades mencionadas, y además podría impactar en reducir las dificultades del contexto circunstancial también.

Ilustración 14. Dificultades de promover actividades pedagógicas referida a los talleristas



Este apartado genera información de gran utilidad para los talleristas ya que puede utilizarse como información previa y así prepararse para enfrentar de mejor forma estas situaciones que de momento se consideran dificultades.

Ilustración 15. Dificultades de promover actividades pedagógicas referida a las actividades pedagógicas



Se puede apreciar en la Ilustración 15 que la primera dificultad *Los estudiantes* está relacionada con las actividades pedagógicas B. (Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes); C. (Reunir información bibliográfica para que sirva de prueba); D. (Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas); y G. (Compartir con otros mediante argumentación lo que han aprendido a través de la indagación); y que no están relacionadas con estas dificultades: plantear preguntas de investigación, plantear problemas de la vida cotidiana y diseñar trabajo de investigación. Esto es congruente con los guiones de los talleres PAUTA, ya que el problema ya está planteado, los ejemplos en general se proporcionan en los guiones del taller y no se fomenta el diseño de investigaciones.

En relación con la segunda dificultad *el contexto circunstancial* se encuentran las actividades pedagógicas C y D; mientras que en relación con la tercera dificultad *los talleristas y los diseñadores de la sesión*, se encuentran las actividades pedagógicas A, B, E y G. Estas dos ideas son mutuamente excluyentes, es decir se relacionan con actividades pedagógicas diferentes. De alguna forma se están separando las actividades pedagógicas que producen las dificultades del contexto y las que se puede atribuir a los talleristas o al taller.

Pareciera indicar que los talleristas reconocen como su responsabilidad las dificultades que se presentan con las actividades pedagógicas A, B, E y G; mientras que las dificultades generadas de C y D son atribuidas a la situación contextual y a los estudiantes.

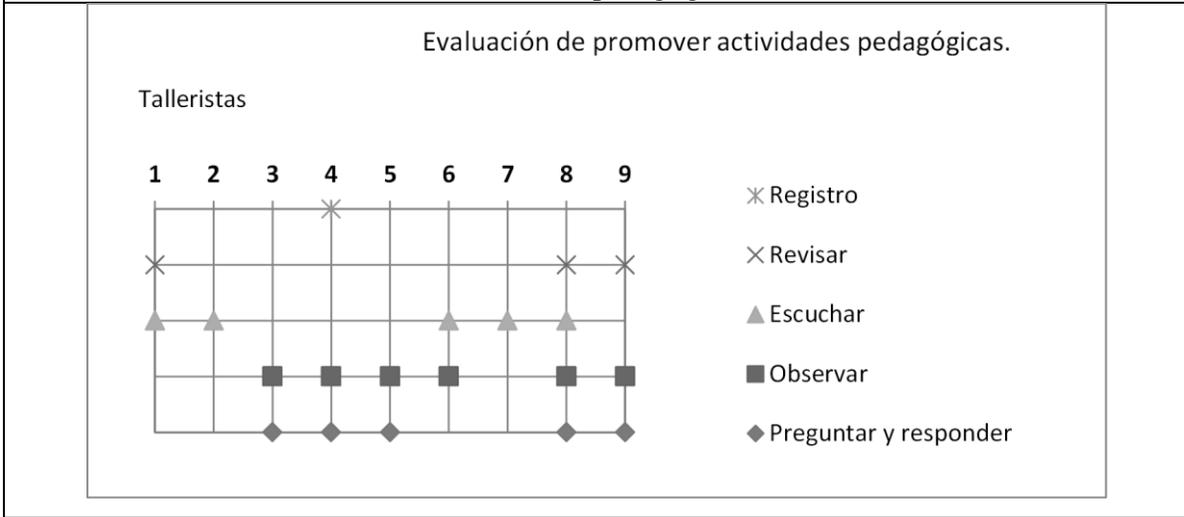
III. Evaluación: ¿De qué manera evalúa si los estudiantes se encuentran desarrollando esta actividad?

La evaluación que hacen los talleristas de si están promoviendo las actividades pedagógicas en lo niños se pueden agrupar en cinco renglones:

Tabla 29. Evaluación de las actividades pedagógicas.			T
Agrupación	Respuestas a dificultades		
1. Observar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Observando sus acciones y siguiendo las discusiones internas de cada equipo ➤ Observando la planeación que hacen ➤ Observando la forma en que consultan libros ➤ Observando y orientando con preguntas ➤ Observando y comprendiendo las acciones de los niños y comparando esto con los objetivos de la actividad ➤ Observando el trabajo que están realizando los equipos o los grupos 	A B C D F G	T3 T4 T5 T6 T8 T9
2. Preguntar y responder	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Preguntando /cuestionando ➤ Si las respuestas /explicaciones consideran las pruebas ➤ Preguntándole sobre lo que entendió y pidiéndole que te diga cómo resolver un problema similar ➤ Con preguntas, dudas o comentarios 	A D E F	T3 T4 T5 T8 T9
3. Escuchar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Escuchando las explicaciones que se dan entre ellos. ➤ Escuchando sus participaciones y respuestas ➤ Escuchar y poner atención a sus respuestas. Algunos niños requieren más tiempo que otros 	D E G	T1 T2 T6 T7 T8
4. Revisar si está claro lo que deben hacer	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisando si está claro que es lo que van a hacer 	B	T1 T8 T9
5. Con el Registro	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Con registro o dibujos del tema a resolver 	F	T4

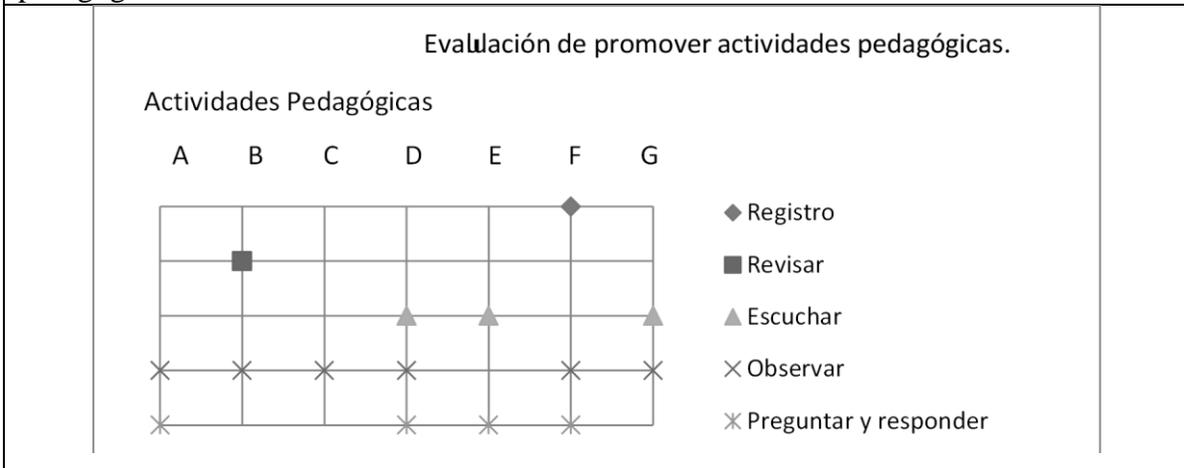
Es decir los talleristas utilizan cinco formas de evaluación: preguntar y responder, observar, escuchar, revisar y el registro. En la Ilustración 16 se puede observar cuáles talleristas han mencionado cada una de estas formas de evaluación.

Ilustración 16. Evaluación de las actividades pedagógicas. referida a los talleristas



Lo primero que llama la atención es que la forma más utilizada es observar seguida de preguntar y responder a la par de escuchar; mientras que el registro sólo es mencionado por un tallerista. Aunque están cinco formas de evaluación, no se usan todas para todas las actividades como se aprecia en la siguiente ilustración:

Ilustración 17. Evaluación de las actividades pedagógicas. referida a las actividades pedagógicas



Una vez más encontramos correspondencia entre la actividad pedagógica y la respuesta. El registro sólo se utiliza en F (Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones), y Revisar sólo se utiliza en B (Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes).

La forma de evaluación más utilizada por los talleristas coincide con la que está relacionada con más actividades pedagógicas: observar. Y de nuevo está seguida por preguntar y responder asociada a cuatro actividades pedagógicas.

Cuando los talleristas se refieren a cómo evalúan si los estudiantes están llevando a cabo el desarrollo de actividades pedagógicas en general explican qué observan, seguido de la técnica de preguntas-y-respuestas. Es notable que no hay ninguna indicación en el guion de la secuencia de flotación (Anexo 1) que pida al tallerista que observe y en cambio sí la hay en cuanto a que pregunte.

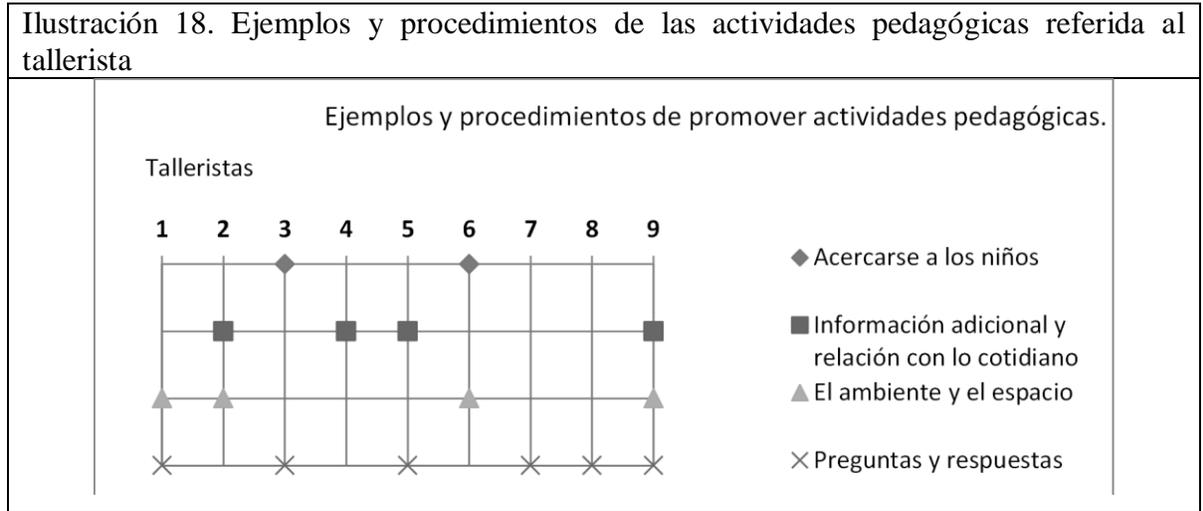
IV. Ejemplos y procedimientos: ¿Qué ejemplos y procedimientos emplea para promover que los alumnos lleven a cabo esta actividad?

Se agruparon cuatro tipos de ejemplos y procedimientos:

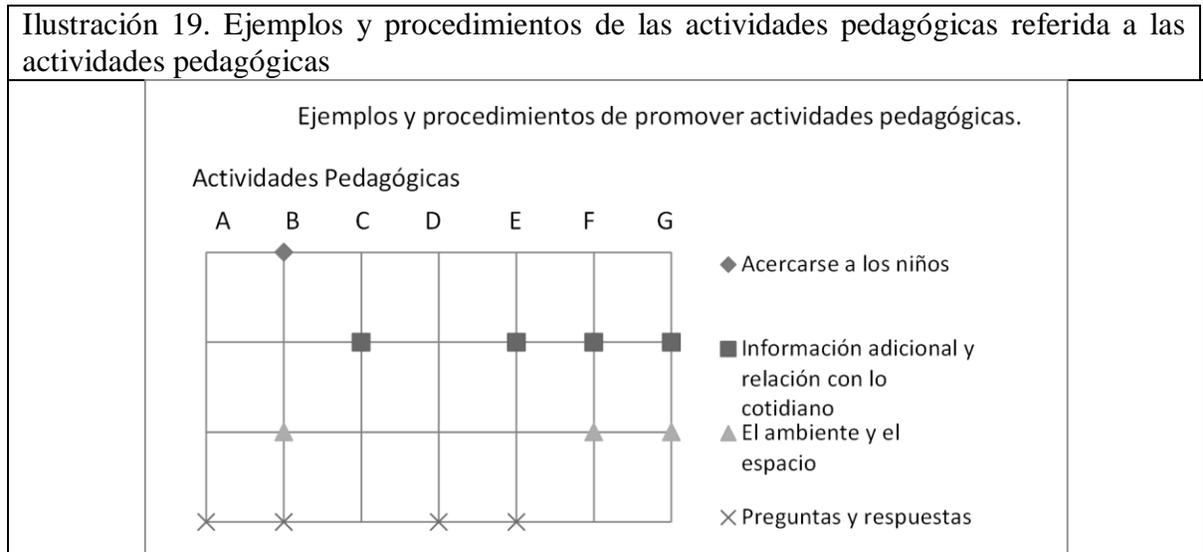
Agrupación	Respuestas a dificultades		
1. Preguntas y respuestas	➤ Con cuestionamientos de básico a complicado	A	T1
	➤ Con respuestas	B	T3
	➤ Preguntar	D	T5
	➤ Hacer una buena formulación de preguntas.	E	T7
	➤ Pidiéndoles que expliquen qué han hecho		T8 T9
2. Relacionados con el ambiente y el espacio	➤ Creando un ambiente de confianza	B	T1
	➤ Sentarnos en el suelo en círculo para concentrarnos en las respuestas de los demás	G	T2
	➤ Trabajar con grupos pequeños	F	T6 T9
3. Información adicional y relación con lo cotidiano	➤ Después de concluir la actividad, mencionar que existe más información sobre el tema que se trató, que pueden consultar libros sobre el tema	C	T2
	➤ Pedir que compartan si han visto algo similar, si no encuentran un ejemplo se les presenta uno	E	T4
	➤ Que observen lo que hay a su alrededor y lo relacionen con la vida cotidiana y sus pruebas. Con base a su experiencia empírica, con el uso de analogías, el pensar lógicamente y críticamente y el hacer predicciones	F	T5
	➤ Al terminó la actividad les pido que investiguen más sobre lo que trabajamos, p ej. con una pregunta abierta	G	T9
	➤ Con algún ejemplo		

4. Acercarse a los niños	a ➤ Los talleristas se acercan a los niños y se aseguran que comprendan el problema	B	T3 T6
--------------------------	---	---	----------

De acuerdo con la siguiente ilustración, no hay ningún ejemplo mencionado por todos los talleristas, ni tampoco algún tallerista que los mencione todos.



El procedimiento más empleado es utilizar preguntas y respuestas, seguido del ambiente y el espacio y de la información adicional y relación con lo cotidiano.



Aunque utilizar preguntas y respuestas es el procedimiento seleccionado por más talleristas, sólo utilizan este procedimiento en cuatro de las siete actividades

pedagógicas (Ilustración 18); Casi de forma complementaria se utiliza información adicional y relación con lo cotidiano para el resto de las actividades pedagógicas.

Es importante recordar que “Las ReCo delinean algunos aspectos del SPC “más cercanas al contenido” (como por ejemplo, una revisión general de las ideas más importantes, el conocimiento de las concepciones alternativas, ideas sobre diversas formas de evaluar la comprensión, conocer los puntos de confusión, la secuenciación efectiva, y aproximaciones para las ideas principales). No es una representación aceptada y seguida por todos. Es una necesaria pero incompleta generalización que resulta del trabajo de los profesores”²⁹⁶.

En conclusión, en cuanto a los cuatro ejes para la promoción las actividades pedagógicas, se puede decir que:

1) La importancia de promover actividades pedagógicas se resume en que ayuda a resolver el reto, da un mayor acercamiento a la realidad, desarrolla/afianza o amplía el conocimiento, promueve el razonamiento, que los niños entiendan y que los estudiantes compartan ideas;

2) Las dificultades para promover las actividades pedagógicas se pueden agrupar en tres: el contexto circunstancial de la sesión , los estudiantes y los talleristas y diseñadores de la sesión, siendo ésta última la más seleccionada por lo que se sugiere modificar la estructura de la sesión y la capacitación de los talleristas para reducir las dificultades mencionadas;

3) Los talleristas utilizan cinco formas de evaluación en esta prioridad: observar, preguntar-responder, escuchar, revisar y el registro. El que el grupo de talleristas tenga cinco formas distintas de evaluar es algo que debe compartirse y potenciarse en las sesiones de formación.

296 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Mulhall, P. (eds.), *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*.

4) Se agruparon cuatro tipos de ejemplos y procedimientos: Preguntas y respuestas; relacionados con el ambiente y el espacio; información adicional y relación con lo cotidiano; y acercarse a los niños, esta última la menos utilizada. Utilizar preguntas y respuestas es el procedimiento seleccionado por más talleristas y se relacionan con 4 actividades pedagógicas, de forma complementaria se utiliza información adicional y relación con lo cotidiano para el resto de las actividades pedagógicas.

5.2. SPI: Los inventarios o PaP-eRs

“El PaP-eR debe ser de un contenido temático; debe permitirnos mirar dentro de una situación de enseñanza/aprendizaje en el que el contenido da forma a la pedagogía por lo tanto tiende a estar ligado a uno o dos de las grandes ideas de la ReCo y deben ser anotadas al principio del PaP-eR específico.”²⁹⁷

Los dos inventarios elaborados (A y B) desarrollan cada uno el conocimiento y las creencias de un tallerista (T1 y T5), basados en el taller “flotando sí, flotando no” alrededor de la manera en que los talleristas evalúan si promueve la actividad pedagógica “D” es decir que cómo los estudiantes formulan explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas recabadas.

Los inventarios han sido elaborados por la autora de esta tesis y están basados en información proporcionada por los talleristas para completar el cuestionario ReI y en las transcripciones generadas a partir de videos y audios de un taller de flotación conducido por dos talleristas como corresponsables (T1 y T5) y uno de apoyo (T10) y con la participación de ocho niños en el año 2010.

297 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Gunstone, R. Attempting to capture and portray Science teachers' Pedagogical Content Knowledge. p. 3

Inventarios A y B

Para la selección de la información que se desarrolló en los inventarios se revisó: i) del resultado del ReI de las cuatro preguntas a contestar para cada actividad pedagógica; ii) las actividades pedagógicas marcadas por la mayoría de los talleristas, iii) el taller de flotación y las habilidades a desarrollar por los estudiantes relacionadas con las actividades pedagógicas; y por último iv) se vinculó esta información para encontrar el aspecto más conveniente a desarrollar en los inventarios.

- i) De acuerdo con la información obtenida en el ReI, los cuatro ejes de preguntas sobre las actividades pedagógicas son: la importancia, las dificultades, la evaluación y los procedimientos (y ejemplos). La importancia de promover alguna actividad pedagógica quedó clarificada en el ReI y parece difícil obtener información de lo que piensa el tallerista al observar un taller, mientras que las dificultades planteadas, los procedimientos y la evaluación pueden generar más información al observar a un tallerista impartiendo una sesión.

Las dificultades se agruparon en tres y las dos más utilizadas son los talleristas-diseñadores de la sesión y los estudiantes; Los procedimientos en cuatro con preguntas-respuestas e información adicional-relación con lo cotidiano como las más utilizadas; Y por último los talleristas utilizan cinco formas de evaluar con observar y preguntar-responder como las más importantes.

Estos tres ejes se pueden ser observados en la implementación de un taller PAUTA, el que parece que podrá generar información más extensa es evaluar por lo que se trabajará con este eje para el inventario. La forma que se utiliza para evaluar en más actividades pedagógicas es observar (A, B, C, D, F, G) y la segunda es preguntar y responder (A, D, E, F). Nótese que sólo se repiten A, D y F en ambas. La primera, observar, es muy difícil de registrar en un taller que se imparte, dado que sólo podríamos marcar cuando el tallerista tiene la mirada hacia algún sitio, pero no habría forma de garantizar si hay una

evaluación sólo de observar; en cambio en preguntas y respuestas se puede analizar más ampliamente con ayuda de una transcripción.

- ii) Con respecto a las actividades pedagógicas las tres actividades pedagógicas marcadas por casi todos (al menos 8/9) los talleristas son: A. Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación; y D. Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas seguida por B. Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes;
- iii) Otro factor a considerar son las habilidades se busca promover de forma más intensa en el taller de flotación, que se presentan en la siguiente tabla relacionadas con la actividad pedagógica correspondiente:

Tabla 31. Relación de las principales habilidades a desarrollar en la secuencia de flotación y las actividades pedagógicas.	
Habilidades para la ciencia (PAUTA)	Actividades Pedagógicas relacionadas a la indagación educativa
	Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación
	Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes;
	Reunir información bibliográfica para que sirva de prueba
Justificar las inferencias a la luz de los datos obtenidos Sugerir posibles explicaciones basadas en las pruebas	Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas obtenidas
	Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes
Probar ideas, predicciones o explicaciones Identificar y controlar variables Identificar y clasificar	Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones: <i>Reflexionar sobre las observaciones y fomentar la búsqueda de patrones en la información; Generar relaciones hipotéticas y pruebas entre las variables; Postular factores causales potenciales; Evaluar la consistencia empírica de la información; Hacer uso de analogías y/o de la intuición para ayudar a conceptualizar los fenómenos; Formular y manipular modelos físicos y mentales; Utilizar herramientas apropiadas y técnicas para reunir, analizar e interpretar datos; Pensar</i>

	<i>crítica y lógicamente para desarrollar predicciones, explicaciones, y modelos empleando las pruebas; Coordinar los modelos teóricos con la información; Evaluar las explicaciones alcanzadas, con algún modelo científico; Comunicar hechos y procedimientos científicos en la clase</i>
Detallar la solución para un problema	Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación

Se puede apreciar que las actividades pedagógicas relacionadas más estrechamente con las habilidades a desarrollar por los estudiantes para la secuencia de flotación son: D. formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas obtenidas, F. diseñar y conducir trabajo de investigación y G. compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido.

iv) Las actividades pedagógicas marcadas por casi todos los talleristas son: A, B y D; la forma que seleccionan para evaluar actividades pedagógicas es observar y preguntar-responder; y las actividades pedagógicas relacionadas más estrechamente con las habilidades a desarrollar por los estudiantes para la secuencia de flotación son: D, F y G, parece pertinente centrar nuestra atención en la actividad pedagógica D en las formas de evaluación a través de preguntas y respuestas, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 32. Base para seleccionar la actividad pedagógica para desarrollar en el inventario							
Actividades pedagógicas	A	B	C	D	E	F	G
Las que seleccionaron más talleristas	sí	sí		sí			
Las relacionadas con la evaluación a través de preguntas y respuestas	sí			sí	sí	sí	
Las del taller flotación				sí		sí	sí

Así que los inventarios A y B se centran en la actividad pedagógica “D. Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas” y al aspecto: III. ¿De qué manera evalúa si los estudiantes se encuentran desarrollando esta actividad? En el momento de “construcción”.

A partir de las transcripciones (que dieron lugar a los inventarios) se analizaron las diferentes intervenciones tanto de los talleristas como de los alumnos y se agruparon en dos: preguntas y respuestas.

De acuerdo con Lustick²⁹⁸ una tipología se elabora de acuerdo con un propósito o característica específica y trabaja para definir con claridad el lenguaje asociado con un fenómeno particular para que el discurso de los participantes se comunique con más claridad. Considerando que:

- a) Las preguntas que se formulan dentro de los diálogos sostenidos entre los participantes no son preguntas generales que guían una actividad completa, sino que acompañan en cada etapa el trabajo de los alumnos.
- b) La tipología que se presenta en esta tesis busca agrupar a todas las preguntas de las conversaciones entre talleristas y estudiantes. Y propone una agrupación para las respuestas congruente con la que se elaboró para las preguntas.

Se retoma la idea de Chin en cuanto a las preguntas “productivas” pero en lugar de apoyar a que los estudiantes conviertan una pregunta no investigativa en una investigativa, se busca que las preguntas puedan apoyar el trabajo de los estudiantes a lo largo de la sesión para tratar de dar respuesta al reto planteado.

La tipología que se presenta a continuación busca dar claridad a la forma de evaluar “a través de preguntas y respuestas” en una actividad PAUTA desde la mirada de la indagación. Se encontraron diecisiete diferentes tipos de intervenciones ocho son preguntas y nueve son respuestas y se presentan en la Tabla 33. Las intervenciones se identifican con la letra P o R que corresponden respectivamente a “preguntas” y “respuestas”. Las letras están seguidas de un número, que especifica qué tipo de pregunta o respuesta es, por ejemplo P6 corresponde al tipo de pregunta 6 que se refiere a “pregunta de confirmación”,

298 DAVID LUSTICK, The Priority of the Question: Focus Questions for Sustained Reasoning in Science.

o por ejemplo R5 “Toman datos”. Cada tipo de intervención se presenta con un par de ejemplos.

P1	Pregunta para describir qué hicieron	Ejemplo 1 → TA: <i>¿qué pasó?</i> Ejemplo 2 → TB: <i>¿qué hicieron ahorita?</i>
P2	Pregunta para describir lo que ocurre	Ejemplo 1 → TA: <i>¿Qué es lo que está pasando?</i> Ejemplo 2 → TB: <i>¿encontraron diferencia en los cilindros de madera? [a equipo 1]</i>
P3	Pregunta para explicar por qué sucede	Ejemplo 1 → TA: <i>¿pero entonces su conclusión es...? A ver ¿de qué depende que los objetos floten o se hundan?</i> Ejemplo 2 → TB: <i>¿Está como a la mitad? ¿Por qué creen?</i>
P4	Pregunta para centrar en predecir	Ejemplo 1 → TA: <i>¿Ustedes creen que dejándolos así este tiempo que han estado en el agua, cambie el peso de los objetos?</i> Ejemplo 2 → TB: <i>Muy bien, sigan probando. Oigan y... Todos los materiales que han probado he visto que los han aventado. ¿Han probado ponerlos con mucho cuidado? ¿Qué creen que suceda?</i>
P5	Pregunta dirigida a la toma de datos	Ejemplo 1 → TA: <i>Y ustedes ¿sí los pesaron antes y después?</i> Ejemplo 2 → TB: <i>Y éste que tienen duda [el cilindro de madera] ¿sí checaron cuánto pesa?</i>
P6	Pregunta de Confirmación	Ejemplo 1 → TA: <i>¿Todas?</i> Ejemplo 2 → TB: <i>¿o sea que cuando le entra agua al objeto hace más peso?</i>
P7	Pregunta para indicaciones	Ejemplo 1 → A4: <i>¿Podemos pesar algo ahí?</i> Ejemplo 2 → A4: <i>¿los objetos que se hundieron o los que flotaron? [refiriéndose a que deben apuntar en la libreta]</i>
P8	Pregunta para centrar en el experimento	Ejemplo 1 → TB: <i>¿Ya probaron...? Yo vi que [A7] aventó las cucharas ¿ya probaron hacerlo de otro modo?</i> Ejemplo 2 → TB: <i>Muy bien, ¿Y el resto de los materiales?</i>
R1	Describen qué hicieron	Ejemplo 1 → A7: <i>Pues las echamos así [avienta un objeto a la tina de agua]</i> Ejemplo 2 → A2: <i>Como que se tarda así, bueno si lo ponemos de golpe, luego, luego se hunde. Pero si lo hacemos con cuidado tarda un poquito.</i>
R2	Describen lo que ocurre	Ejemplo 1 → A2: <i>Estos sí flotaron</i> Ejemplo 2 → A7: <i>Éste se tarda, éste es muy rápido, pero éste éste....,</i>

R3.1	Explican porque que sucede	Ejemplo 1 → A7: <i>Pero también a veces el peso ayuda a que se mantengan en flote</i> Ejemplo 2 → A4: <i>O sea como que está seco y no se hunde, pero prácticamente ya cuando se moja, este... como quien dice, este... se va llenando de peso.</i>
R3.2	Explican utilizando analogías	Ejemplo 1 → A7: <i>Es como una pelota de plástico que cuando le aprietas sale el agua</i> Ejemplo 2 → A7: <i>Como en el barco, es muy pesado pero aun así el agua lo mantiene en flote.</i>
R4	Predicen	Ejemplo 1 → A4: <i>Éste sí se va a hundir [cuando pesan el cilindro de metal]</i> Ejemplo 2 → A6: <i>yo creo que puede absorber el agua y que pese más</i>
R5	Toman datos	Ejemplo 1 → A7: <i>A éste [el cilindro de madera]... la cuchara le gana por un gramo.</i> Ejemplo 2 → A4: <i>No, éstos [Los alumnos muestran ahora el cilindro de madera y la chuchara de metal]</i>
R6	Confirmación	Ejemplo 1 → TA: <i>Éste es más pesado. Ok.</i> Ejemplo 2 → TB: <i>y el unicel se para</i>
R7	Indicaciones	Ejemplo 1 → TB: <i>Ahora van a salir al patio. Hay tres recipientes con agua. Venga para acá el equipo que ya tenga su material completo, venga para acá y van a probar</i> Ejemplo 2 → TB: <i>Ok, vengan con sus cuadernos</i>
R8	Respuesta simple	Ejemplo 1 → A3: <i>Los cilindros</i> Ejemplo 2 → TB: <i>Esos son gramos [a equipo 2, que se encuentra pesando su material en la balanza]</i>

Con esta tipología se buscó el perfil de cada tallerista. En los siguientes apartados se presenta cómo utilizan las preguntas cada uno de los talleristas y para esto se presentan los tipos de intervenciones con ejemplos tanto de los alumnos como de los talleristas en forma de mini-transcripciones con varios elementos: el primero es un número al inicio de la intervención que se refiere al minuto en el que se encuentra y esta seguido de un guion una letra E con un número del 1 al 3 que indica el equipo de niños con que se lleva a cabo la conversación (hay tres equipos); el segundo elemento es la intervención que inicia con el indicador del sujeto que lo está mencionando T (tallerista A o B) o A (alumno del 1 al 9); el tercer elemento es el tipo de intervención; y finalmente hay una parte marcada en negritas que es la que corresponde a la pregunta que se está ejemplificando, que en siguiente ejemplo sería la P1.

37-E2	TA: <i>¿qué pasó?</i>	P1
37-E2	A6: <i>Es que no pesa nada.</i>	R2

5.2.1. Análisis del inventario A

Se presenta primero la forma en que T1 utiliza cada una de las preguntas, acompañado de ejemplos.

P1 Pregunta para describir qué hicieron

En ambos casos utiliza la misma pregunta “¿qué pasó? cerca de la mitad de “construcción” en el minuto 37 y 39:

37-E2	TA: <i>¿qué pasó?</i>	P1
37-E2	A6: <i>Es que no pesa nada.</i>	R2
37-E2	TA: <i>No pesa nada.</i>	R6
37-E2	A2: <i>No, no pesa nada.</i>	R6
37-E2	TA: <i>a ver... ¿pero si ésta bien esta? Así.</i>	P5

39-E3	TA: <i>¿Qué pasó?</i>	P1
39-E3	A8: <i>Es que escuché la pregunta de allá. Escuché lo que dicen en ese equipo de que se pudren.</i>	R2
39-E3	TA: <i>¿Y ustedes qué dicen? La misma pregunta ¿Qué tendría que pasar con el cilindro de madera para que se hunda?</i>	P4
39-E3	A8: <i>Es que tiene como poros donde tiene pequeñas como aberturas y en ellas tiene aire y eso es lo que hace que flote.</i>	R3.1

En estas dos intervenciones a los estudiantes les ocurren cosas que no esperaban. En el primer caso un objeto parece no pesar cuando lo pesan en la báscula, es en ese momento en el que TA se acerca al equipo para apoyar en la situación. Y en el segundo equipo el TA recuerda una pregunta que se está revisando en otro equipo pero que uno de los alumnos del E3 escuchó y ha puesto atención. Esta pregunta genera la explicitación por parte de los estudiantes de un punto medular sobre porque flotan o no los objetos: “porque tienen aire dentro”.

P2 Pregunta para describir lo que ocurre

Esta intervención sólo se presenta al inicio de “construcción”. A continuación se presenta un ejemplo de este tipo de preguntas y la conversación que se genera:

33-E3	TA: <i>¿Cómo van? ¿Cómo fueron sus predicciones?</i>	P2
33-E3	A8: <i>Creo que ciertas</i>	R2
33-E3	TA: <i>¿Todas?</i>	P6
33-E3	A8: <i>Menos el dadito</i>	R8
33-E3	A3: <i>Sí, el dadito</i>	R8
34-E3	TA: <i>¿Y qué materiales tienen ahí? ¿Qué tipo de materiales?</i>	
P5		
34-E3	A5: <i>Fierro</i>	R8

Se puede observar que los alumnos responden a la pregunta y posteriormente el TA genera otro tipo de preguntas dónde las intervenciones tienen que ver unas con otras.

P3 Pregunta para explicar por qué sucede

Se puede observar que la P3 se presenta (mayoritariamente) en hacia el final de “construcción”, que coincide con que los alumnos ya han experimentado algo. En esta pregunta se presentan dos extractos para ejemplificar dos cosas que ocurren con TA.

En este primer ejemplo el TA genera primero una P2 (Pregunta para describir lo que ocurre) pero no se espera a la respuesta de los estudiantes antes de plantear la P3:

34-E1	TA: <i>¿Qué es lo que está pasando?</i>	P2
34-E1	TA: <i>¿Por qué unos sí se hundieron otros no?</i>	P3
34-E1	TA: <i>También lo pueden registrar en su cuaderno.</i>	R7
34-E1	A7: <i>Que los de metal sí se hundieron.</i>	R2
34-E1	TA: <i>¿sí?</i>	P6
34-E1	A4: <i>Y los dados también.</i>	R2

Como se puede observar los alumnos responden a qué ha ocurrido pero no recuperan por qué ello ha sucedido. En cambio, se puede apreciar en el segundo

ejemplo que preguntas similares seguidas cada una por intervenciones de los alumnos si logran la respuesta esperada:

- 49-E2 TA: *y ¿Ustedes qué concluyeron?* P3
49-E2 A3: *Porque como éste tiene más aire dentro por eso flota y como el metal no puede tener aire dentro, se va a hundir.* R3.1
49-E2 TA: *¿pero entonces su conclusión es...? A ver ¿de qué depende que los objetos floten o se hundan?* P3
49-E2 A3: *Del nivel del aire que tengan dentro los objetos.* R3.1

En este ejemplo, la primera P3 genera una explicación de la razón de que unos cuantos objetos floten o no (los que escogen los alumnos) pero no dan una explicación general por lo que la segunda P3 se dirige a una respuesta más general que concreta en la última intervención de A3.

P4 Pregunta para centrar en predecir

TA genera seis intervenciones de este tipo a lo largo de toda la “construcción”. Es interesante el uso que da esta tallerista a P4, ya que plantea situaciones hipotéticas en las que promueve la predicción por parte de los estudiantes:

- 43-E3 TA: *¿Ustedes creen que dejándolos así este tiempo que han estado en el agua, cambie el peso de los objetos?* P4
43-E3 A8: *Un poquito, pero sí.* R4

El ejercicio de la predicción es útil en los estudiantes y plantea posibles escenarios para que el tallerista o el equipo exploren diferentes posibilidades si así lo deciden.

P5 Pregunta dirigida a la toma de datos

La P5 está presente a lo largo de toda la “construcción”, casi todas estas intervenciones están dirigidas hacia el tipo de material o a la toma del peso de los objetos por ejemplo en el minuto 49:

49-E2	A6: ... yo digo que en estos dos sí hay entrada de aire. En éste hay entrada de aire reducida, y por eso no flota tanto, se queda siempre a la mitad; Y éste casi ni toca el agua y éste como no le entra casi nada de aire	R3.1
50-E2	TA: Y ustedes ¿sí los pesaron antes y después?	P5
50-E2	A6: Aja, este subió un gramo.	R2
50-E2	TA: Y ¿por qué creen que haya subido un gramo?	P3
50-E2	A3: Porque ya había absorbido el agua, y el agua	R3.1

En esta intervención se puede leer como el A6 está explicando porque flotan o no los objetos y como A6 esta relacionando “la entrada de agua” a los objetos con el aumento de peso. TA pregunta entonces por el peso para poder discutir desde los datos tomados.

P6 Pregunta de Confirmación

Este es el tipo de pregunta más utilizada por TA y se usa en todo momento. En ocasiones repite la información proporcionada por los alumnos pero la mayoría de las veces plantea expresiones como las siguientes: *¿crees?*, *¿Sí?*

33-E3	TA: <i>¿Cómo van? ¿Cómo fueron sus predicciones?</i>	P2
33-E3	A8: <i>Creo que ciertas</i>	R2
33-E3	TA: ¿Todas?	P6
33-E3	A8: <i>Menos el dadito</i>	R8

En la mayoría de las ocasiones la P6 se presenta después de que ha intervenido un alumno.

P7 Pregunta para indicaciones

P7 es realizado por TA en la parte final de la actividad y en todos los casos pregunta si ya han avanzado, por ejemplo:

48-E1	TA: <i>Mhjm, ok, ¿entonces ya todos tienen anotadas sus conclusiones para seguir con el segundo reto?</i>	P7
48-E1	A4: <i>Sí, nada más...</i>	R7

P8 Pregunta para centrar en el experimento

Y finalmente TA sólo utiliza dos veces P8 al final de “construcción”:

44-E3	TA: <i>Y a ver una pregunta: ¿Ustedes creen que el hecho de poner estos objetos en la agua...? A parte de estar jugando con los objetos ¿Con qué están jugando?</i>	P8
44-E3	A1: <i>Con el agua</i>	R8
45-E3	A8: <i>Con el agua</i>	R8

Después de esta respuesta TA ha realizado tres preguntas más para encontrar una explicación que relacione los objetos y el agua, sin embargo el Equipo 3 (E3) no mencionó la densidad ni alguna idea relacionada.

5.2.2. Perfil de TA.

Lo que sigue es una conclusión con relación a cómo se desempeñó el TA con relación a la actividad pedagógica D. “Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas” en lo concerniente a la evaluación.

De acuerdo con lo que explica el TA en su cuestionario ReI al expresar qué procedimiento realiza para evaluar si los alumnos formulan explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas: “Tratando de que participe por lo menos uno o dos de cada equipo para saber si todos estaban inmersos en la actividad y también durante la construcción con la exploración de preguntas se puede notar quién no está participando”.

TA evalúa a partir de la participación de los alumnos y particularmente en la construcción “con la exploración de preguntas”. TA no ofrece más información sobre el tipo de preguntas o el orden en el que deben desarrollarse, sin embargo en el ReI en la pregunta “¿Qué ejemplos y procedimientos emplea para promover que los alumnos lleven a cabo esta actividad?” responde “Explorando durante la actividad por medio de las preguntas indagatorias del guion.”

Algunas de las preguntas que utiliza TA están redactadas en el guion, por ejemplo la formulación del reto es una pregunta que usa recurrentemente en cinco ocasiones. TA no tiene un orden específico de preguntas y comienza la conversación con un equipo en cualquier tipo de pregunta.

El TA utiliza una serie de preguntas que a veces son contestadas con una respuesta congruente, es decir si pregunta para describir qué hicieron (P1) los alumnos responden describiendo lo qué hicieron (R1) y cuándo esto no ocurre el tallerista replantea su pregunta la mayoría de las veces. Sin embargo cuando TA utiliza varios tipos de preguntas (uno seguido de otro y casi siempre involucrada una P3) sin esperar respuesta de los alumnos, los alumnos responden sólo a un tipo de pregunta, usualmente la primera que se formuló en el bloque.

TA utiliza las preguntas de la siguiente forma: para P1 *Pregunta para describir qué hicieron*, la utiliza cuando a los estudiantes les ocurren cosas que no esperaban; cuando usa la P2 *Pregunta para describir lo que ocurre*, los alumnos utilizan respuestas congruentes a la pregunta (R2); la P3 *Pregunta para explicar por qué sucede* se utiliza cuando los alumnos ya han experimentado algo; para la P4 *Pregunta para centrar en predecir*, TA plantea situaciones hipotéticas en las que promueve la predicción por parte de los estudiantes; la P5 *Pregunta dirigida a la toma de datos* está dirigida hacia el tipo de material o a la toma del peso de los objetos; la P6 *Pregunta de Confirmación* se presenta después de que ha intervenido un alumno, ya sea repitiendo la información proporcionada por los alumnos o con expresiones como: ¿crees?, ¿Sí?; la P7 *Pregunta para indicaciones* es realizada para verificar si ya han avanzado; y finalmente utiliza la P8 *Pregunta para centrar en el experimento* cuando se requiere.

Como se puede observar en la tabla siguiente, el TA utiliza durante todo el tiempo las preguntas para predecir, para la toma de datos y para confirmar (P4, P5 y P6); al inicio de “construcción” la pregunta para describir lo que ocurre (P2), en la mitad la pregunta para describir lo que hicieron (P1) y hacia el final realiza preguntas para centrar en el experimento (P8) y para indicaciones (P7).

Tabla 34. Uso de preguntas de TA a lo largo de construcción				
		Inicio	mitad	Final
P1	P describir qué hicieron		sí	
P2	P describir lo que ocurre	sí		
P3	P explicar por qué sucede			sí
P4	P para centrar en predecir	sí	sí	sí
P5	P dirigida a la toma de datos	sí	sí	sí
P6	P de Confirmación	sí	sí	sí
P7	P para indicaciones			sí
P8	P para centrar en el experimento			sí

5.2.3. Análisis del inventario B

P1 Pregunta para describir qué hicieron

Solicita a los alumnos una sola vez que describan lo que hacen, y esto ocurre en el primer cuarto del tiempo que corresponde a “construcción”, en el minuto 32:

32-E1	TB: <i>¿qué hicieron ahorita?</i>	P1
32-E1	A7: <i>Pues las echamos así [avienta un objeto a la tina de agua]</i>	R1
32-E1	A2: <i>Estos sí flotaron</i>	R2
32-E1	A7: <i>El cilindro de metal no flota, [lo echan al agua]</i>	R2
32-E1	A4: <i>Los dados no flotaron. ¡Floten; No flotan ¿Por qué será?</i>	P3
32-E1	A2: <i>Por el peso</i>	R3.1

En esta intervención se ve la congruencia del tipo de pregunta con el tipo de respuesta, pues los alumnos responden qué es lo que están haciendo. Adicionalmente es importante resaltar en este ejemplo que después de que los alumnos describen qué hacen (o hicieron) ocurre algo inesperado para ellos “*Los dados no flotaron*” e inmediatamente el mismo alumno realiza una P3 *Pregunta para explicar por qué sucede*, que se retoma en P3.

P2 Pregunta para describir lo que ocurre

Este tipo de intervención se presenta cuatro veces a lo largo del tiempo analizado aunque no hay ninguna de estas intervenciones en la parte media de la

actividad. A continuación se presentan dos ejemplos de este tipo de preguntas y la conversación que se genera:

33-E1	TB: <i>Ok, muy bien. Pero oigan, pero éste, el dado de madera, ¿Cómo ven, que está?</i>	P2
33-E1	A2: <i>¿El dado?</i>	R6
33-E1	TB: <i>¿Flotando o está hundido?</i>	P6
33-E1	A2: <i>Está medio, medio.</i>	R2
33-E1	TB: <i>¿Está como a la mitad? ¿Por qué creen?</i>	P3
33-E1	A2: <i>Tal vez el material es pesado pero no tanto como para que se hunda</i>	R3.1
42-E2	TB: <i>Ok, Muy bien...Y ¿creen que ya tomo la suficiente agua el cilindro? [el de madera] ¿Ya se absorbió o todavía no?</i>	P2
42-E2	A6: <i>Todavía no, porque lo acabo de poner</i>	R2
42-E2	TB: <i>¿un poco más?</i>	P8
42-E2	TB: <i>Recuerden que al final me dijeron que iban a probar el cilindro de madera. Cuando ustedes gusten y ven la diferencia ¿sale?</i>	P5

En ambos ejemplos los alumnos responden lo que ocurre. En el primer caso se puede observar que esta pregunta está como plataforma para generar una tipo P3 *Pregunta para explicar por qué sucede* que se desencadena de forma exitosa porque los alumnos y la TB realizan una conversación en dónde las intervenciones tienen que ver unas con otras.

El segundo ejemplo ocurre en la parte media de “*construcción*” y, aunque no se percibe en este extracto de transcripción, el TB ha seguido una predicción de los alumnos en cuanto a que el cilindro de madera absorberá agua y por lo tanto pesará más y por lo tanto se hundirá, aunque no dicen nada respecto a un posible cambio de su volumen por la absorción de agua.

P3 Pregunta para explicar por qué sucede

Se puede observar TB utiliza la P3 mayoritariamente en la segunda mitad de “*construcción*”, que coincide con que los alumnos ya han experimentado algo. Por ejemplo en el minuto 39:

39-E1	TB: A ver si éste pesa un gramo más [el cilindro de madera] ¿creen que sólo por eso se hunda y ese no [la cuchara de metal]?	P3
40-E1	A2: No	R8
40-E1	A4. Éste, sí	R8
40-E1	A4: porque éste flota [el cilindro de madera] y éste se hunde [la cuchara]	R2
40-E1	TB: y sólo fue un gramo la diferencia ¿verdad? [el equipo 2 deja con el TB la zona de la balanza y se dirigen a su área de experimentación]	P6
40-E1	A7: [el alumno avienta los materiales al agua] ¡fue divertido!	R8
40-E1	TB: A ver, si sólo es un gramo más pesado ¿por qué creen que ocurre eso? [la cuchara se hunde y el cilindro de madera flota], Por qué sí, sólo fue un gramo.	P3
40-E1	A2: Por el material.	R3.1
40-E1	TB: ¿Por el material?	P6
40-E1	A2: Por el material, sí	R3.1
40-E1	TB: Por el material	R6
40-E1	A4: Pero ¿por qué será que los de madera como que se hundan y se arrepienten de haberse hundido?	P3
40-E1	TB: Y se arrepienten.	R6
40-E1	TB: ¿Por qué creen?	P3

Para este ejemplo se dejó parte de la conversación anterior y marcado en negritas se encuentra la P3. Como en el primer ejemplo de la pregunta 2, podemos ver que el TB pasa por preguntas descriptivas antes de llegar a las explicativas. También se puede observar que una vez respondida la pregunta “Por el material” sin mayor explicación, el TB busca una forma diferente de replantear el por qué.

Además de las preguntas que genera TB, es relevante retomar el ejemplo presentado para la P1 en dónde al final un estudiante genera este tipo de pregunta. El A4 y el TB son los únicos que generan este tipo de pregunta.

P4 Pregunta para centrar en predecir

La mayoría de las P4 están relacionadas con el primer momento del taller “presentación”, sin embargo también se encuentran en construcción con una

frecuencia baja (sólo dos intervenciones) y se realizan dentro de la primera mitad de “construcción”, por ejemplo en el minuto 35:

- 35-E1 TB: *Muy bien, sigan probando. Oigan y todos los materiales que han probado he visto que los han aventado. ¿Han probado ponerlos con mucho cuidado? ¿Qué creen que suceda?* P4
- 35-E1 A4: *Nada, es lo mismo casi.* R2
- 35-E1 A7: *En el de metal nada, solo se hunde.* R2

En este ejemplo las respuestas no parecen estar prediciendo “Nada, es lo mismo casi” o “En el de metal nada, solo se hunde”, así como están enunciadas parece que ya lo probaron y saben que ocurre, y las conversaciones y acciones posteriores no parecen girar en torno a esta predicción solicitada ni a acciones para probarla.

En cambio en el siguiente ejemplo se puede ver la correspondencia de las intervenciones:

- 38-E2 A6: *maestra ¿le puedo hacer una pregunta? Si esto [el cilindro de madera] lo mojamos más ¿cree que absorba el agua?* P4
- 38-E2 TB: *A ver ¿Por qué no prueban chicos? ¿Qué se imaginan que puede pasar?* P4
- 38-E2 A6: *yo creo que puede absorber el agua y que pese más* R4

Lo primero que ocurre es que la P4 es planteada originalmente por un alumno, el TB responde la pregunta con otra P4 y finalmente el mismo alumno elabora su predicción.

P5 Pregunta dirigida a la toma de datos

La P5 está presente a lo largo de todo “construcción”, sin embargo llama la atención que a partir de la mitad ocurren en intervalos más cortos. Casi todas estas intervenciones están dirigidas hacia la toma del peso de los objetos, pues las predicciones se relacionan con que los objetos de mayor peso son los que hunden. Por ejemplo:

31-E1	TB: <i>oigan chicos [al equipo 2] cuando, antes de que empiecen, cuando pesaron sus materiales, ¿se fijaron en que pesaron?</i>	P5
31-E1	A2, A4 y A7: <i>sí</i>	R6
31-E1	TB: <i>¿en qué?</i>	P5
31-E1	A7: <i>en báscula</i>	R8
E1	A2: <i>cuatrocientos</i>	R8
31-E1	TB: <i>pero en qué ¿en libras o en gramos o qué?</i>	P5
31-E1	A4: <i>en gramos ¿no?</i>	R8
31-E1	TB: <i>¿gramos seguros? ¿Están segurísimos?</i>	P6
31-E1	A4: <i>en libras</i>	R8
31-E1	TB: <i>¿eran libras?</i>	P6
31-E1	A4: <i>sí</i>	R6
31-E1	TB: <i>¿tú te fijaste?</i>	P6
31-E1	A4: <i>sí</i>	R6
31-E1	TB: <i>perfecto</i>	R6
31-E1	A4: <i>Sí, yo me fije</i>	R6
31-E1	TB: <i>Si esa fue su medida, recuerden qué medida utilizaron.</i>	R7

Se puede observar que el TB trata de que los alumnos precisen qué están pesando así como en qué unidades lo hicieron.

En el siguiente ejemplo además de la precisión se involucra una pregunta P3 *Pregunta para explicar por qué sucede*, se está buscando la relación entre sus explicaciones y las pruebas tomadas:

45-E3	TB: <i>A ver chicos aquí hay uno seco [le da un cilindro de madera seco al equipo 3]</i>	R7
45-E3	TB: <i>¿Cómo cuánto subió?</i>	P5
45-E3	A3: <i>Un gramo</i>	R2
45-E3	TB: <i>¿Y creen que ese gramo haga la diferencia?</i>	P3
45-E3	A3: <i>Sí</i>	R3.1
45-E3	A6: <i>por un milímetro puede que haga la diferencia de flotar o no</i>	R3.1

P6 Pregunta de Confirmación

Esta es la intervención muy utilizada por TB, sobre todo al principio y en la parte media de construcción, en la mayoría de las veces repite la información proporcionada por los alumnos, por ejemplo en el minuto 36:

36-E2	TB: <i>Muy bien. ¿Cuáles van a poner primero?</i>	P8
36-E2	A3: <i>Los cilindros</i>	R8

36-E2	A6: <i>Los que son... cilindros</i>	R8
36-E2	TB: Los cilindros ¿Ustedes van a ir por formas?	P6
36-E2	A6: <i>Aja, primero los cilindros, después los circulitos y después las cucharas.</i>	R6

Y a partir de recibir la confirmación la TB, para casi todos los casos, plantea otro tipo de intervención, por ejemplo de la pregunta 2:

33-E1	TB: ¿Flotando o está hundido?	P6
33-E1	A2: <i>Está medio, medio.</i>	R2
33-E1	TB: ¿Está como a la mitad? ¿Por qué creen?	P3
33-E1	A2: <i>Tal vez el material es pesado pero no tanto como para que se hunda</i>	R3.1

P7 Pregunta para indicaciones

Este tipo de intervenciones no es realizado por el TB.

P8 Pregunta para centrar en el experimento

TB pregunta para recuperar la atención en la actividad en la parte media y final de construcción, por ejemplo para relacionar algo que parece estrictamente lúdico con el objetivo del taller (min. 34) o de que no olviden el resto de los materiales o características (min. 36).

34-E1	A4: <i>¡Clavado!</i>	R2
34-E1	TB: Muy bien, ¿Y el resto de los materiales?	P8
34-E1	A7: <i>Éste no se va a hundir [el cilindro de unicel]</i>	R4
34-E1	A7: <i>No ni va a salpicar nada de agua [avientan el material]</i>	R4
34-E1	A7: <i>Bueno sí salpicó</i>	R2
36-E2	T1: ¿Ya pusieron a flotar todos sus materiales?	P8
36-E2	A3: <i>Ahorita los vamos a poner a flotar pero en base al peso...</i>	R8
36-E2	T1: Muy bien. ¿Cuáles van a poner primero?	P8
36-E2	A3: <i>Los cilindros</i>	R8
36-E2	A6: <i>Los que son... cilindros</i>	R8

En el primer ejemplo los alumnos estaban jugando con el material y no era claro si estaban tratando de resolver el reto, mientras que en el segundo esos alumnos habían estado pesando por diez minutos sin experimentar nada.

5.2.4. Perfil de TB.

Lo que sigue es una conclusión con relación a cómo se desempeñó el TB en relación a la actividad pedagógica D. “Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas” en lo concerniente a la evaluación.

De acuerdo con lo que explica el TB en su cuestionario ReI al expresar qué procedimiento realiza para evaluar si los alumnos formulan explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas: “Al momento de pedir que primero describan cómo hicieron las cosas, explican el cómo, los pasos, después pregunto por qué, una vez que describen es fácil preguntar por qué, le dan sentido de acuerdo al problema planteado y con base en las pruebas obtenidas.”

El TB utiliza una serie de preguntas casi siempre son contestadas con una respuesta congruente y cuándo esto no ocurre el TB replantea su pregunta. Las preguntas que genera el TB tienen congruencia con la conversación previa y posterior que se desarrolla con los alumnos.

De acuerdo con su respuesta del ReI, primero pide que describan *cómo hicieron las cosas* y posteriormente *pregunta por qué*; esto es congruente con lo que ocurrió en el taller y se puede observar en los ejemplos utilizados para P1, P2 y P3 en los que el TB utiliza una P3 (P explicar por qué sucede) después de haber realizado una P1 (P describir qué hicieron), P2 (P describir lo que ocurre) o una R6 (R Confirmación).

TB utiliza las preguntas de la siguiente forma: La P1 *Pregunta para describir qué hicieron* y la P2 *Pregunta para describir lo que ocurre*, siempre en congruencia con la respuesta de los alumnos y como plataforma para generar una tipo P3; la P3 *Pregunta para explicar por qué sucede*, TB la utiliza cuando que los alumnos ya han experimentado algo y TB pasa por preguntas descriptivas antes de llegar a las explicativas; la P4 *Pregunta para centrar en predecir* y los alumnos responden en congruencia; P5 *Pregunta dirigida a la toma de datos* está dirigida casi todas las veces a hacia la toma del peso de los objetos; la P6 *Pregunta de Confirmación*, en la mayoría de las veces repite la información

proporcionada por los alumnos, y a partir de recibir la confirmación la TB, para casi todos los casos, plantea otro tipo de intervención; la P7 *Pregunta para indicaciones* no es realizado por el TB; y finalmente la P8 *Pregunta para centrar en el experimento* la utiliza para recuperar la atención en la actividad.

Como se puede observar en la Tabla 35, el TB utiliza durante todo el tiempo la preguntas dirigida a la toma de datos (P5); al inicio de construcción la pregunta describir lo que hicieron (P1) y para centrar en predecir (P4); desde el inicio hasta la parte media utiliza la pregunta de confirmación (P6); al inicio y al final describir lo que ocurre (P2); y de la parte media hasta el final preguntas para explicar por qué sucede (P3) y para centrar en el experimento (P8).

		Inicio	mitad	Final
P1	P describir qué hicieron	sí		
P2	P describir lo que ocurre	sí		sí
P3	P explicar por qué sucede		sí	sí
P4	P para centrar en predecir	sí		
P5	P dirigida a la toma de datos	sí	sí	sí
P6	P de Confirmación	sí	sí	
P7	P para indicaciones			
P8	P para centrar en el experimento		sí	sí

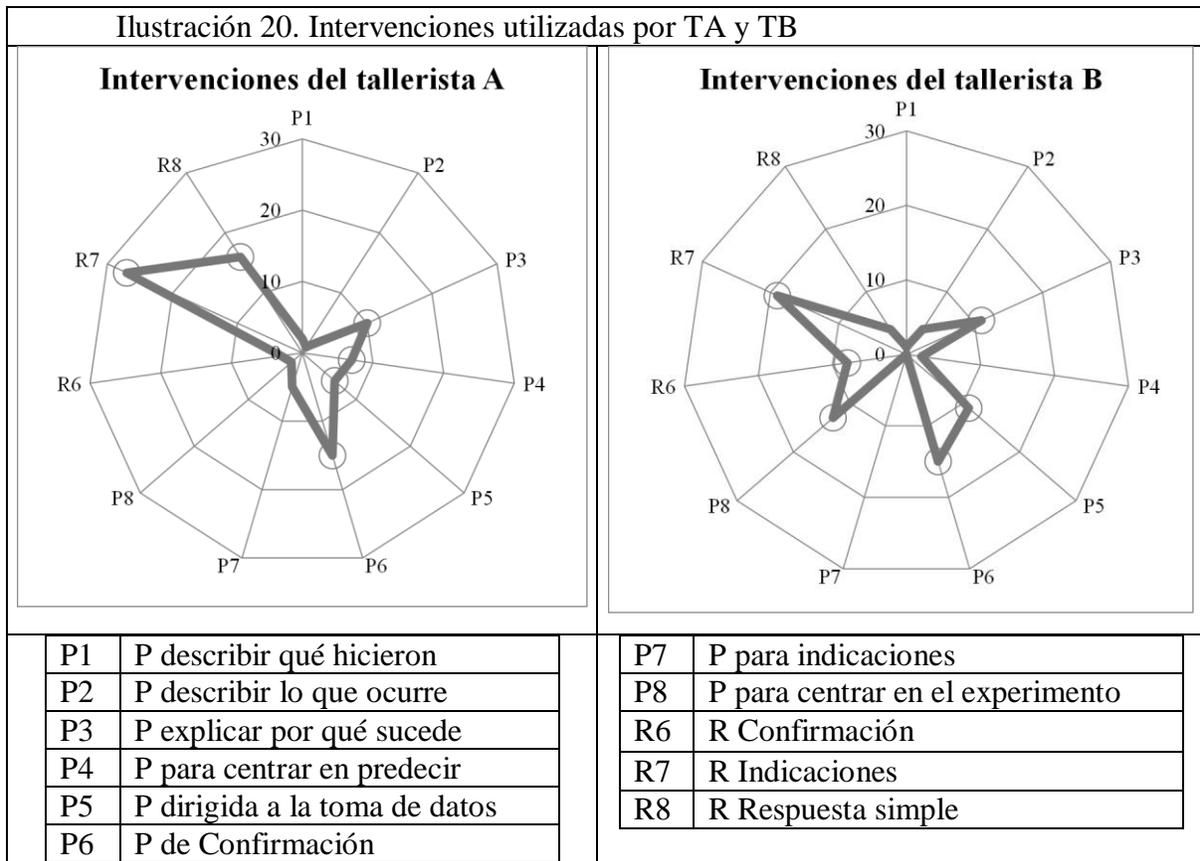
5.2.5. Perfiles de los talleristas

Las intervenciones que realizan los alumnos y los talleristas a lo largo del largo del momento “construcción” del taller “flotando sí, flotando no” se catalogaron en preguntas y respuestas. Los talleristas tienen algunas diferencias y algunas similitudes que se presentan a continuación.

Desde la transcripción del TA el número total de intervenciones es de 153, con 94 (61%) realizadas por TA y 56 (39%) por parte de los alumnos. De las intervenciones de TA, 51% son preguntas y 49% son respuestas, mientras que de los alumnos 5% son preguntas y el 95% son respuestas.

Desde la transcripción del TB el número total de intervenciones es de 184, con 85 (46%) realizadas por TB y 99 (54%) por parte de los alumnos. De las intervenciones de TB, 67% son preguntas y 33% son respuestas, mientras que de los alumnos 11% son preguntas y el 89% son respuestas.

Se puede apreciar que TA realiza más intervenciones (61% vs 39%) que los alumnos y que TB tiene una razón contraria (46% vs 54%), es decir en proporción realiza menos intervenciones que los alumnos. En proporción TA realiza menos preguntas que TB y por su parte los estudiantes también realizan menos preguntas con TA y más con TB.



El número total de intervenciones por parte de los talleristas es similar (TA:94 y TB:85). En relación con el tipo de preguntas, la Ilustración 20 presenta las intervenciones utilizadas por los talleristas.

TA y TB utilizan todas las preguntas y tres tipos de respuesta (R6, R7 y R8). Se puede observar que TA genera más intervenciones de los siguientes tipos que se presentan en orden decreciente: R7 (27), R8 (16), P6 (15), P3 (10), P4 (7) y P5 (6); mientras que TB utiliza con mayor frecuencia intervenciones tipo R7 (19), P6 (15), P8 (13) P5 (11), P3 (11) y R6 (8).

En particular este estudio pretende revisar las conversaciones llevadas a cabo con los alumnos, por lo que en la siguiente tabla se presenta la relación de las intervenciones en las que no participan los alumnos.

Tabla 36. Intervenciones generales y entre talleristas.					
	R7	R8	P5	P6	P7
TA	6	10	1		3
TB	2	6		1	

Para las indicaciones generales (sin respuesta por parte de los estudiantes) y las conversaciones entre talleristas se utilizan R7 (6 veces) y R8 (10 veces) en transcripción de TA, por lo que se ajustó el uso de intervenciones de TA a las que generan discusiones con los estudiantes reformulando los numero de la siguiente forma: R7 (21) y R8 (6). Por su parte, desde la transcripción de TB se utilizan R8 (6veces), R7 (dos veces) y P6 (una vez) en conversaciones entre talleristas e intervenciones generales.

Considerando esto último, en la siguiente tabla se presentan las intervenciones utilizadas en orden decreciente (siendo 1 la más usada) de ambos talleristas en conversaciones con alumnos. Se puede ver que las dos primeras intervenciones (R7 y P6) se utilizan con la misma prioridad por ambos talleristas y se diferencias en los siguientes tipos de intervenciones, por ejemplo TA utiliza después la pregunta que dirige la atención a por qué sucede, mientras que TB es la pregunta que menos usa de esta selección de seis.

	TA	TB
1	R7 R Indicaciones	R7 R Indicaciones
2	P6 P de Confirmación	P6 P de Confirmación
3	P3 P explicar por qué sucede	P8 P para centrar en el experimento
4	P4 P para centrar en predecir	P5 P dirigida a la toma de datos
5	P5 P dirigida a la toma de datos	P3 P explicar por qué sucede
6	R8 R Respuesta Simple	R6 Confirmación

El tipo de intervención más utilizada es R7 Indicaciones seguida de tipos de pregunta más utilizados por los talleristas que son P6, P3 y P5. TA se distingue por usar también P4 para centrar en predecir, mientras que TB utiliza P8 para centrar en el experimento.

Mientras que para TA el número de respuestas de los alumnos (56) es parecido al número de preguntas del TA (48) y a su vez muy parecido a las respuestas del TA (46), para TB estos números no son similares entre ellos: número de respuestas de los alumnos (88), de preguntas (57) y respuestas (28) de TB.

5.2.6. Análisis por equipos

El análisis del tipo de intervenciones también se elaboró por equipos de trabajo, los cuales tienen un promedio de edad diferente. La siguiente tabla muestra que los alumnos que integran el E1(equipo 1) tienen la edad más baja, seguido del E2(equipo 2) y los más grandes pertenecen a E3(equipo 3).

Equipo	Edad	Alumno (A)
E1	9	A2
	8	A7
	8	A4
E2	9	A3
	11	A6
E3	10	A1
	11	A5
	12	A8

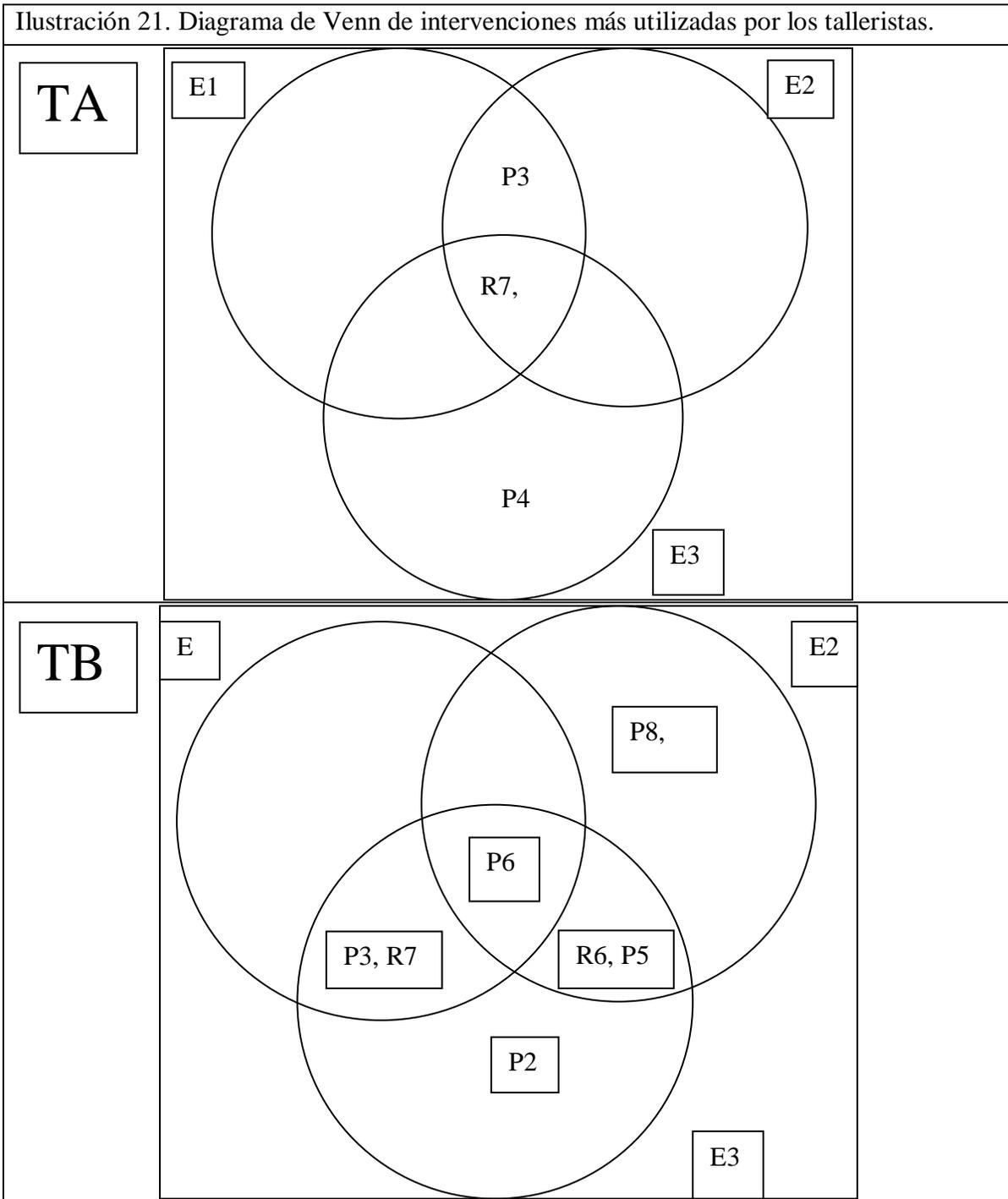
De acuerdo con la clasificación de intervenciones por equipos, a continuación se presentan las tres intervenciones de los talleristas que generaron los tres valores más altos para cada caso (E1, E2, E3 y el grupo). En el caso en el que el tercer valor más alto fue generado por varios tipos de intervención se colocaron todos los correspondientes.

Tabla 39. Intervenciones más usadas en cada equipo.								
	E1		E2		E3		Grupo de alumnos	
	TA	TB	TA	TB	TA	TB	TA	TB
1	R7	P3 P6 R7	R7	P8	R7	R7	R7	R7
2	P6		P3	P6	P4	P5	P6	P6
3	P3		P6	P5 R6 R8	P6	P2 P3 P6 R6	P3	P8

Sólo para el E1 ambos talleristas utilizan los mismos tipos de intervenciones, en el E2 sólo coinciden con P6 y con el E3 coinciden en R7 y P6.

Se puede observar en la ilustración siguiente (y de la información de la tabla anterior) que TA utiliza con mayor frecuencia cuatro preguntas, y las dos primeras (R7 y P6) las utiliza en la mayor proporción tanto en el grupos en general como con cada uno de los equipos.

La diferencia que se puede notar relacionándolo con los equipos y con la edad de los miembros de estos, es que con E1 y E2 (los que tienen menor edad) utiliza la pregunta P3 para explicar por qué sucede , mientras que con E3(el de mayor edad) utiliza P4 para centrar en predecir.



Las intervenciones que más utiliza TB con cada equipo y en el grupo suman ocho: seis preguntas y dos respuestas. Como se aprecia en la Ilustración 21, TB sólo coincide en

usar una pregunta con los tres equipos y esta es P6 de confirmación, que es la segunda intervención de TB más utilizada con el grupo en general. Con E1, el grupo de menor edad utiliza un conjunto de intervenciones pequeño (de tres) comparado con los que utiliza para E2 (de cinco) y E3 (de seis).

5.2.7. Bitácoras de los estudiantes

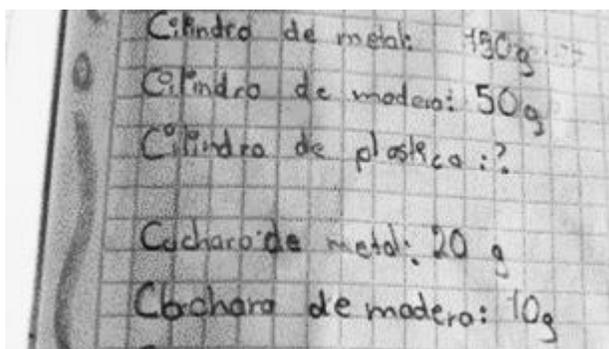
Los alumnos usaron unas bitácoras a lo largo del taller en las que pueden anotar lo que consideren pertinente, y en específico los talleristas les solicitan que escriban las predicciones y las conclusiones del reto, que es: descubrir de qué depende que unos objetos floten y otros se hunda.

En la Tabla 40 se condensan los factores que se encontraron en los enunciados correspondientes a las predicciones y las conclusiones. Se puede observar que el equipo 1 mantiene sus predicciones (el material) y aumenta factores en sus conclusiones (el aire y la fuerza); el equipo 2 mantiene casi todas sus predicciones (el material y el peso) e incluye en conclusiones el aire/porosidad; y el equipo 3 mantiene casi todas las predicciones (aire, peso) y no incorpora más conclusiones. Dos alumnos escriben densidad en su cuaderno: el primero dice hay que investigar acerca de la densidad y el segundo en conclusiones puso “¿Densidad?”, cómo se encuentra con signos de interrogación no se colocó en la tabla de conclusiones.

Tabla 40. Factores que influyen en la flotabilidad de un objeto: predicciones y conclusiones de los niños												
	Equipo	Edad	Por tipo de material		Aire/porosidad		Peso		Tamaño		Fuerza	
			P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
A4	E1	8	sí	sí								
A7	E1	8										sí
A2	E1	9	sí	sí		sí						
A3	E2	9	sí			sí	sí	sí	sí			
A6	E2	11	sí	sí		sí	sí	sí				
A1	E3	10		sí		sí		sí				sí
A5	E3	11	sí		sí	sí	sí	sí				
A8	E3	12			sí	sí	sí	sí				

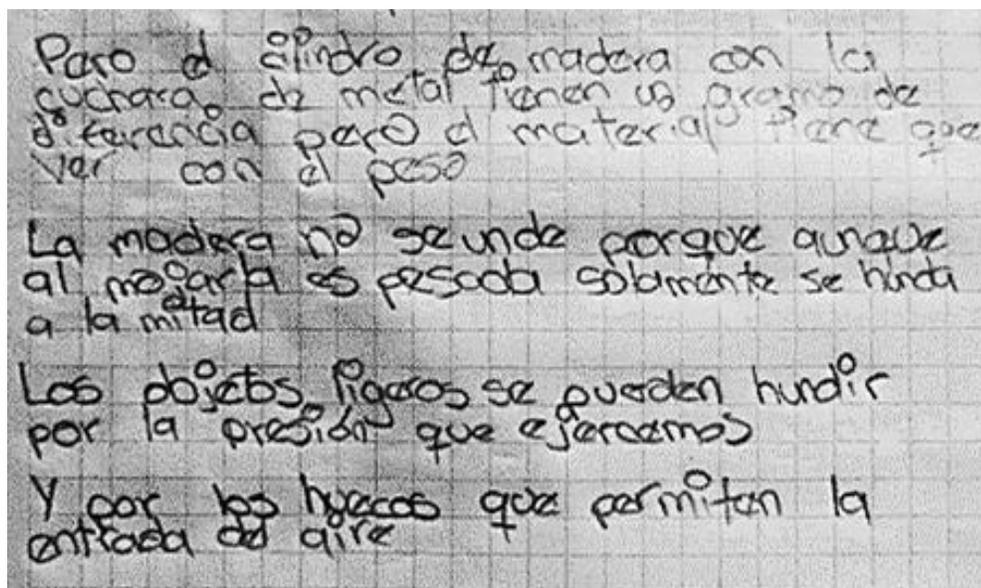
Nota: P: predicciones, C: conclusiones

- a) Por tipo de material. Llama la atención que el taller busca que los estudiantes reconozcan que el material es un factor para la flotación de un objeto y el equipo 1 es el único que lo tiene como predicción y conclusión; del equipo 2 lo predice 100% de sus integrantes pero en las conclusiones solo lo menciona un 50%, y del equipo 3 sólo un integrante marca el material como predicción y no lo mantiene en conclusiones.
- b) Aire/porosidad. La porosidad es mencionada por una gran cantidad de alumnos (los que son de 9 años en adelante). En el momento siguiente de “construcción” los estudiantes explicaron que realizaron una actividad con niños talento DIF en dónde el aire contenido era el factor relevante. Como dato adicional, el resto de las ocasiones que se ha impartido el taller en PAUTA con niños de 6 a 12 años y de edad y con diversos talleristas (entre ellos TA y TB) nunca había generado la conclusión de la contención del aire. Por lo anterior esta conclusión se atribuye a la experiencia previa de los niños participantes en este taller.
- c) Peso. La conclusión de que el peso es un factor relevante resulta interesante ya que cuentan con datos que lo contradicen y ellos mismos han apuntado en su bitácora, por ejemplo A8:



“Cilindro de metal: 150gr. Cilindro de madera: 50gr. Cilindro de plástico: ? Cuchara de metal: 20gr. Cuchara de madera 10gr.”

Los signos de interrogación corresponden a que en la balanza en la cual pesaron el objeto no marco el peso debido a la escala de ésta. Pero quedó claro que pesaban menos que los que sí marcaban un peso. Con el peso como dato se esperaban discusiones en las que se evidenciara que el peso no era, al menos, el único factor, y queda registrado en la bitácora de A4:



“Pero el cilindro de madera con la cuchara de metal tienen un gramo de diferencia pero el material tiene que ver con el peso. La madera no se hunde porque aunque al mojarla es pesada solamente se hunde a la mitad. Los objetos ligeros se pueden hundir por la presión que ejercemos. Y por los huecos que permiten la entrada de aire”

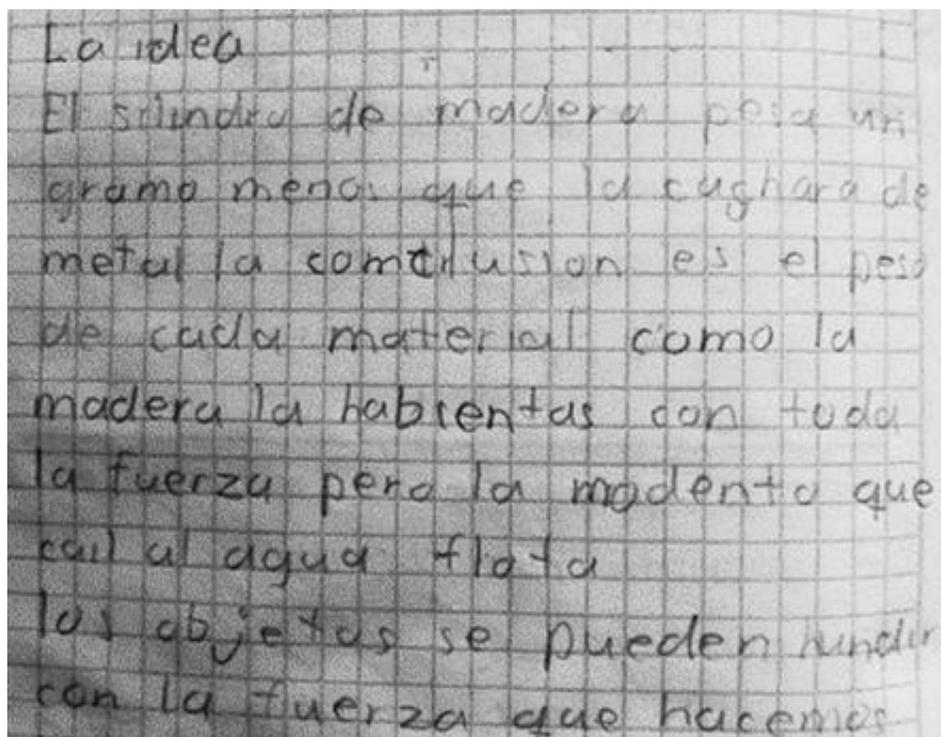
Y en discusiones como en la transcripción siguiente

- 47 E1 TA: ¿Ustedes qué concluyeron? ¿De qué depende?
47 E1 A3: Del peso
47 E1 TA: ¿Del peso?
48 E1 A2: Pesamos el cilindro de madera, el cilindro de madera flota pero era menos pesado. La cuchara, la cuchara es menos pesada que el cilindro pero el cilindro...
48 E1 TA: ¿que cuál cilindro?
48 E1 A4: ¿O sea? la cuchara de metal es más pesada
48 E1 A7: La cuchara de metal es un gramo más pesada que el cilindro de madera.

- 48 E1 TA: Aja
48 E1 A2: *¡No! El cilindro era más pesado. Ese no se hundió pero la cuchara sí.*
48 E1 TA: Mira que interesante ¿Qué pueden decir de eso?
48 E1 A2: Yo digo que es el material
48 E1 TA: Mhjm, ok, ¿entonces ya todos tienen anotadas sus conclusiones para seguir con el segundo reto?
48 E1 A4: Sí, nada más...
48 E1 TA: Dice A4 “yo había pensado que era al revés”

Sin embargo parece ser una idea perseverante y que mencionan los alumnos de 9 o más años.

- d) Fuerza. Este factor “ la fuerza con la que la avientas”, también se discute en el taller y en las bitácoras, como A7:



“La idea. El cilindro de madera pesa un gramo menos que la cuchara de metal la conclusión es el peso de cada material como la madera, la avientas con toda la fuerza pero al momento que cae al agua flota. Los objetos se pueden hundir con la fuerza que hacemos. ”

Como se puede ver A7 anota que *aunque lo avientes con toda la fuerza* algunos materiales flotan, sin embargo en su conclusión afirma que algunos materiales se pueden hundir con fuerza.

Finalmente, es difícil relacionar si el motivo de llegada a estas conclusiones es el diseño del taller, las características del grupo de niños o un tallerista específico. Para esto se requerirá información de al menos otro taller.

Dos talleristas de los 9 que contestaron el cuestionario ReI para PAUTA DF se puede decir que la forma en la que utilizan las preguntas y las respuestas los talleristas A y B es así:

1. Los talleristas A y B utilizan un número similar de intervenciones. TA realiza más intervenciones que los alumnos y que TB es realiza menos intervenciones que los alumnos.
2. Los tipos de pregunta más utilizados por los talleristas son P6(P de Confirmación), P3(P explicar por qué sucede) y P5(P dirigida a la toma de datos). TA se distingue por usar también P4 para centrar en predecir, mientras que TB utiliza P8 para centrar en el experimento.
3. En las conversaciones en las que participa TB un estudiante genera una pregunta para explicar por qué sucede. De acuerdo con Dillon²⁹⁹ las preguntas usualmente son presentadas por los profesores y unas escasas por los estudiantes que no emergen espontáneamente sino que deben ser fomentadas; en adición reporta que en los casos en los que los estudiantes han planteado una pregunta estas son de tipo informativo, es de notar que se haya presentado una pregunta explicativa.

299 JAMES DILLON. The remedial status of student questioning.

4. Para el desarrollo de intervenciones en cada equipo:
 - a. Para el equipo que integra a los de menor edad, los dos talleristas utilizan el mismo tipo de intervenciones: P6 (P de Confirmación), P3 (P explicar por qué sucede) y R7 (R Indicaciones).
 - b. TA utiliza cuatro preguntas base para todos los equipos, diferenciando a los que tienen menor edad al utilizar P3 (P explicar por qué sucede), mientras que para los de mayor edad utiliza P4 (P para centrar en predecir)
 - c. TB utiliza diferentes intervenciones en todos los equipos, sólo utiliza P6 (P de Confirmación) en los tres equipos. En relación con el número de intervenciones que más utiliza con cada equipo (E1:3, E2:5 y E3:6), se puede notar que aumenta conforme aumenta la edad de los integrantes.

5. Los alumnos en este taller generaron la siguiente conclusión “la flotación de un objeto depende del: tipo de material, del contenido de aire/ porosidad, del peso y de la fuerza. La conclusión esperada (tipo de material) la generan únicamente los alumnos más pequeños, mientras que el concepto de porosidad y de peso se presenta en alumnos mayores.

Conclusiones y aporte de la investigación

6. Conclusiones y aporte de la investigación

En el presente trabajo de investigación se documentan las actividades pedagógicas que realizan los talleristas de PAUTA y cómo lo hacen en la acción. Se documentó el saber pedagógico del contenido³⁰⁰ (las creencias, el conocimiento, las habilidades y las actitudes) que tienen los talleristas para impartir actividades en las que se promueve el desarrollo de habilidades para la ciencia y el aprendizaje de la ciencia en alumnos de la educación básica. Se realizó un análisis del saber pedagógico del contenido de los talleristas PAUTA, con el fin de robustecer la documentación de las actividades y de los procesos que realizan en el programa.

Las aportaciones y conclusiones del presente trabajo se presentan a continuación:

- I. Se propone a la indagación como un marco de referencia desde el cual se puede analizar PAUTA.

En PAUTA se espera que los estudiantes desarrollen actitudes imprescindibles para su acercamiento al trabajo científico³⁰¹. PAUTA puede ser categorizado como enseñanza basada en la indagación porque ambos tienen los siguientes elementos en común: centran la acción educativa en el estudiante como responsable de su aprendizaje; plantean el desarrollo de habilidades para los estudiantes a través de preguntas iniciadoras; y conciben la acción del guía como un facilitador del aprendizaje.

300 KATHRYN COCHRAN, DeRuiter, J., y King, R., Pedagogical Content Knowing: An Integrative Model for teacher preparation.

301 ALEJANDRA GARCÍA-FRANCO, Calderón-Canales, E., García-Rivera, B. y Flores-Camacho, F. Las actividades PAUTA y el desarrollo de habilidades para la ciencia. p. iv

II. Se establecen las actividades pedagógicas desde la indagación.

Se retoman las actividades pedagógicas propuestas por Espinoza *et al.*³⁰² como conductoras de lo que debe realizar un docente o tallerista mediante actividades de indagación.

Si bien en PAUTA se considera que “el desarrollo de habilidades para la ciencia requiere de la realización de actividades que las tomen en cuenta de forma explícita”³⁰³, también esto debe ocurrir con las actividades pedagógicas, y estas son:

- A. Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación.
- B. Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes.
- C. Reunir información bibliográfica para que sirva de pruebas.
- D. Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas obtenidas.
- E. Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes.
- F. Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones.
- G. Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación.

III. Se documentó el saber pedagógico de la indagación (SPI) de los talleristas PAUTA.

Es decir, se documentó la forma en que se conducen las actividades pedagógicas en PAUTA, utilizando dos instrumentos propuestos por Loughran, Mulhall y Berry³⁰⁴: un

302 SILVIA ESPINOSA-BUENO, Labastida-Piña, D., Padilla, K. y Garritz, A., Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess It and Its Application to High School In-Service Science Teachers. p. 604

303 GARCÍA-FRANCO, A. *et al.* Op. Cit. p. ii

304 JOHN LOUGHRAN, Mulhall, P. y Berry, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice.

cuestionario y un inventario de información. Estos instrumentos permitieron identificar las características principales del SPI de los talleristas PAUTA.

a) El cuestionario Representación de la Indagación (ReI).

Se determinó a través del ReI lo que saben los talleristas sobre las actividades pedagógicas en contextos de indagación. El cuestionario ReI fue utilizado con cuatro preguntas eje y con las actividades pedagógicas como ideas centrales; es decir fue modificada de la propuesta original “Representación del Contenido” que de acuerdo con Loughran, Mulhall y Berry es una representación que permite cambios. En esta implementación, para cada actividad seleccionada se encontró información para cada una de las preguntas sin dejar casillas vacías y en la mayoría de los casos sin respuestas circulares entre una y otra pregunta.

b) Los inventarios

Los inventarios³⁰⁵ (o ensayos narrativos) han sido elaborados por la autora de esta tesis a partir de una sesión filmada de una secuencia de tres talleres de química y física que abordó el tema de flotación, conducida por dos talleristas, y como resultado se cuenta con registros escritos de la conducción de un taller PAUTA. Se espera que estos relatos “permitan al lector identificarse con la situación y, como resultado de la forma específica pedagógica, el contenido y el contexto, para obtener significados de ella.”³⁰⁶

Los inventarios presentan y analizan algunos ejemplos de estrategias exitosas para los dos talleristas para el desarrollo de la actividad pedagógica “Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas” en lo concerniente a la actividad pedagógica de la evaluación.

305 ANDRÉS RAVIOLO y Garritz, A. Decálogos e inventarios.

306 JOHN LOUGHRAN, Berry, A. y Gunstone, R. Attempting to capture and portray Science teachers' Pedagogical Content Knowledge. p. 3

IV. Se establece la concepción que tienen los talleristas de un taller PAUTA.

De acuerdo con los resultados de los cuestionarios ReI, los talleristas consideran que un taller PAUTA es una actividad para niños en la que el estudiante construye o refuerza un concepto, experimenta con temas científicos, y es una actividad en la que los niños aprenden a desarrollar sus habilidades y actitudes. En una secuencia PAUTA se construyen conocimientos y conceptos mediante el desarrollo de habilidades cognitivas, metacognitivas, así como también actitudes para la ciencia. La principal función de un tallerista es preguntar.

V. Se establece la concepción que tienen los talleristas de la indagación.

Las concepciones de los talleristas de la indagación son dos por un lado la indagación científica (realizada por investigadores y relacionada con investigación), y por otro la indagación educativa (relacionada con procesos), y se corresponden con las dos concepciones mencionadas por el NRC³⁰⁷.

La comprensión de la indagación de los talleristas PAUTA incluye los siguientes aspectos: se requiere cuestionar; es un proceso que involucra conocer u obtener información; en la investigación se hace énfasis en pruebas y la coherencia de la formulación de explicaciones (mencionada por talleristas de formación inicial de ciencias); y la importancia de la publicación o comunicación de resultados (mencionada por talleristas que tienen una formación inicial en el área de ciencias sociales). Estas reflejan cuatro de los siete aspectos que considera la NRC³⁰⁸ en la comprensión de la indagación, en las respuestas de los talleristas no se mencionan los diferentes tipos de investigaciones, ni de la utilidad de las matemáticas, ni de la utilidad de la incorporación de instrumentos. De los aspectos para la comprensión de la indagación, la mayoría de los talleristas mencionaron únicamente dos aspectos y sólo dos talleristas mencionan tres diferentes. Se encontró que parece haber una

307 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The National Science Education Standards

308 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Ídem*.

relación favorable en dedicarse por varios años a la divulgación y la enseñanza de las ciencias y a contar con una comprensión más amplia de la indagación.

- VI. Se presentan las actividades pedagógicas que los talleristas PAUTA consideran que realizan al conducir talleres PAUTA.

Casi todas las actividades pedagógicas fueron marcadas por los talleristas en al menos un 78% de la población:

Actividad Pedagógica	Porcentaje
A. “Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante la indagación”	100%
B. “Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes”;	89%
C “Reunir información bibliográfica para que sirva de pruebas”	<70%
D. “Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas”;	100%
E. “Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes”	78%
F “Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones”.	<70%
G. “Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación”.	78%

- VII. Se generó una matriz ReI de un tallerista prototipo como representación de lo que piensa el grupo de talleristas, de la que se puede concluir que:

- a) La importancia de promover actividades pedagógicas se resume en que ayuda a resolver el reto planteado por la pregunta iniciadora, da un mayor acercamiento a la realidad, desarrolla/afianza o amplia el conocimiento, promueve el razonamiento, que los niños entiendan y que compartan ideas;
- b) Las dificultades para promover las actividades pedagógicas se pueden agrupar en tres: el contexto circunstancial de la sesión, los estudiantes y los talleristas y diseñadores de la sesión, siendo ésta última la más seleccionada por lo que se

sugiere modificar la estructura de la sesión y la capacitación de los talleristas para reducir las dificultades mencionadas;

- c) Los talleristas utilizan cinco formas de evaluación en esta prioridad: observar, preguntar-responder, escuchar, revisar y el registro. El que el grupo de talleristas tenga cinco formas distintas de evaluar es algo que debe compartirse y potenciarse en las sesiones de formación.
- d) Se agruparon cuatro tipos de ejemplos y procedimientos: Preguntas y respuestas; relacionados con el ambiente y el espacio; información adicional y relación con lo cotidiano; y acercarse a los niños, esta última la menos utilizada. Utilizar preguntas y respuestas es el procedimiento seleccionado por más talleristas y se relacionan con cuatro actividades pedagógicas; de forma complementaria se utiliza información adicional y relación con lo cotidiano para el resto de las actividades pedagógicas.

VIII. Se documentó en dos inventarios la conducción por parte de dos talleristas (TA y TB) de un taller PAUTA para evaluar la actividad pedagógica “Formular explicaciones al problema planteado a partir de las pruebas”.

Las evaluaciones de TA y TB para la formulación de explicaciones son una conversación entre el tallerista y los alumnos y está integrada por intervenciones categorizadas a su vez en preguntas y respuestas. “Para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico”³⁰⁹

IX. Se generó una clasificación de las intervenciones (de preguntas y de respuestas) para la consecución de la pregunta iniciadora, por lo que se identifica y caracteriza un modelo de interacciones que puede ser utilizado para mejorar la enseñanza de la ciencia.

309 GASTON BACHELARD, La formación del espíritu científico. Contribuciones a un psicoanálisis del conocimiento objeto, p 16.

Al desarrollar algunos puntos del ReI en los inventarios, se construyó una clasificación de las intervenciones de los talleristas agrupada inicialmente en preguntas y respuestas.

En este trabajo de investigación las intervenciones (preguntas y respuestas) se formulan dentro de los diálogos sostenidos entre los participantes es decir no son preguntas generales que guían una actividad completa, sino que acompañan en cada etapa el trabajo de los alumnos. Se busca que las preguntas puedan apoyar el trabajo de los estudiantes a lo largo de la sesión para la consecución de la pregunta iniciadora.

La tipología que se presenta a continuación busca dar claridad a la forma de evaluar “a través de preguntas y respuestas” en una actividad PAUTA desde la mirada de la indagación. Las intervenciones se identifican con la letra P o R que corresponden respectivamente a “preguntas” y “respuestas”, seguidas de un número que especifica qué el tipo de pregunta o respuesta.

P1	Pregunta para describir qué hicieron	R1	Describen qué hicieron
P2	Pregunta para describir lo que ocurre	R2	Describen lo que ocurre
P3	Pregunta para explicar por qué sucede	R3.1	Explican porque que sucede
		R3.2	Explican utilizando analogías
P4	Pregunta para centrar en predecir	R4	Predicen
P5	Pregunta dirigida a la toma de datos	R5	Toman datos
P6	Pregunta de Confirmación	R6	Confirmación
P7	Pregunta para indicaciones	R7	Indicaciones
P8	Pregunta para centrar en el experimento	R8	Respuesta simple

- a) Los tipos de pregunta más utilizados por los talleristas son P6, P3 y P5. TA se distingue por usar también P4 para centrar en predecir, el ejercicio de la predicción es útil en los estudiantes y plantea posibles escenarios para que el tallerista o el equipo exploren diferentes posibilidades si así lo deciden. Mientras que TB utiliza P8 para centrar en el experimento, este tipo de pregunta es sin duda de gran utilidad sobre todo para los estudiantes que se centran en algo diferente del reto.

- b) Para el desarrollo de intervenciones en cada equipo de niños (E1: 8 a 9 años, E2: 9 a 11 años y E3:10 a 12 años), se encontró que en el equipo que integra a los de menor edad, los dos talleristas utilizan el mismo tipo de intervenciones: P6, P3 y R7. TA utiliza cuatro preguntas base para todos los equipos, , mientras que TB utiliza diferentes intervenciones en todos los equipos
- c) TA y TB tienen congruencia en la forma de evaluar en la respuesta en el ReI y en lo que se encuentra en el inventario. TB de acuerdo con su respuesta del ReI, primero pide que describan cómo hicieron *las cosas* y posteriormente *pregunta por qué*; esto es congruente con lo que ocurrió en el taller y se puede observar que utiliza una P3 (P explicar por qué sucede) después de haber realizado una P1 (P describir qué hicieron), P2 (P describir lo que ocurre) o una R6 (R Confirmación). Por su parte TA expresa en el ReI “Explorando durante la actividad por medio de las preguntas indagatorias del guion” que utiliza en dos modalidades: utiliza una pregunta y espera la respuesta para continuar la conversación o utiliza varios tipos de preguntas uno seguido de otro sin esperar respuesta de los alumnos a lo que responden sólo a un tipo de pregunta, usualmente la primera que se formuló en el bloque.
- d) En el inventario de TB los estudiantes generan preguntas para explicar por qué sucede por ejemplo: “Pero ¿por qué será que los de madera como que se hundan y se arrepienten de haberse hundido?” Muchos estudios apuntan la importancia de la habilidad de generar preguntas, de acuerdo con Zoller³¹⁰, el cuestionamiento es un componente importante en el mundo real y que involucra a resolución de problemas y el proceso de toma de decisiones, de acuerdo a la NRC “la indagación como preguntas auténticas generadas por las experiencias de los estudiantes es la estrategia central de la enseñanza de la ciencia”³¹¹.

310 URI ZOLLER. The Fostering of question-asking capability- a meaningful aspect of problem solving in chemistry

311 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The National Science Educational Standars. p. 31

X. Para la reflexión y posteriores investigaciones.

Ya se ha mostrado que los esfuerzos que se han realizado por mejorar la enseñanza de la ciencia en México no han tenido resultados muy favorables, ya que en evaluaciones los estudiantes se han desempeñado por debajo de la media esperada y en cuanto a los profesores se ha documentado que no cuentan con los conocimientos disciplinares suficientes, ni tampoco con la aproximación pedagógica planteada por la SEP (el constructivismo). Por lo que estos resultados “parecen constituir una grave limitante a nuestro potencial de desarrollo como individuos y como nación”³¹²

En este sentido es relevante seguir pensando en la educación en ciencias y tomar en cuenta los conocimientos disciplinares, pedagógicos y pedagógicos del contenido así como también las estrategias pedagógicas (como por ejemplo la indagación) y que permitan mejorar la educación en ciencias en México. Aquí es importante mencionar que el replanteamiento de la educación en ciencias debe ser en dos niveles, en el que se dirige a los estudiantes pero sobre todo en el que se dirige a la formación de profesores.

Una propuesta interesante para la educación en ciencia la plantea el Programa Adopte un Talento que se basa en talleres en los que se presentan ejemplos claros de cómo promover el desarrollo en los estudiantes de habilidades, actitudes y la construcción de conceptos. Los talleristas trabajan de forma directa con los niños en cada sesión y trabajan también con profesores normalistas, que a su vez implantan talleres PAUTA en contextos curriculares en las escuelas públicas y han reportado de forma verbal la mejora del desempeño en ciencias de sus estudiantes.

Esto sugiere posibles implicaciones en la enseñanza de la ciencia en contextos curriculares en la SEP, en este sentido PAUTA puede ser tomado como un ejemplo de promoción de habilidades para la ciencia que tiene en común con la propuesta de la SEP el

312 SEP. Plan Nacional de Educación

desarrollo integral³¹³ (conocimiento, habilidades y actitudes), considera al alumno el centro de los procesos (el socio constructivismo) y el aprendizaje colaborativo.

Este estudio contribuye al conocimiento de documentar la práctica de la indagación educativa que es hasta el momento un área poco explorada³¹⁴. Particularmente la SEP se pronuncia por una guía docente que “en este proceso de generar preguntas, plantear hipótesis y desarrollar propuestas experimentales es importante que los estudiantes cuenten con la guía del docente a través de preguntas que les permitan seguir avanzando en el proceso de indagación”³¹⁵ Y es justo donde se encuentra el aporte más relevante de este trabajo de investigación. El proveer con un modelo de interacciones en las conversaciones entre talleristas y alumnos permite seguir el proceso de conocimiento que se lleva a cabo en una sesión de trabajo, y esto a su vez permite hacer inferencias sobre los mejores modelos de interacciones para analizar con docentes ya sea en espacios de formación o de reflexión de la práctica.

Este modelo de interacciones hace énfasis en que la comunicación entre los sujetos es lo que promueve la construcción de conocimiento y permite “desarrollar habilidades en los estudiantes, como resolver problemas, comunicarse y cultivar las habilidades de pensamiento que necesitarán para desempeñarse como ciudadanos en la sociedad en que viven³¹⁶”.

Los talleristas PAUTA tienen una formación científica en común pero no el mismo grado de conocimiento de las diferentes disciplinas científicas, ni en el mismo conocimiento pedagógico, por lo que los talleristas llevan un programa de formación continua que ha rendido frutos como se puede ver en las coincidencias en la concepción de los talleres PAUTA, la indagación y las actividades pedagógicas.

313 SEP. Acuerdo número 384. Plan y Programas de Estudio para Educación Secundaria. p. 26.p. 67-68

314 POON CHEW-LENG, Yew-Jin lee, Aik-Ling Tan y Shirley, Lim, *Knowing Inquiry as a Practice and Theory: developing a Pedagogical framework with Elementary School teachers.*

315 SCHWARTZ, R. *et al. Op. Cit.* p. 612

316 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for Teaching and Learning.*

Tanto las actividades pedagógicas del tallerista como las habilidades de los estudiantes se desarrollan en cada sesión de trabajo que se centra para una disciplina y tema específico por lo que cada tema nuevo proveerá de oportunidades diversas para su desarrollo. Se esperaría que algunos temas, sesiones y características del grupo desarrollen primordialmente algunas actividades pedagógicas sobre otras.

Al documentar el SPI de los talleristas del programa PAUTA DF se presenta información útil para pensar en las estrategias para la formación docente y de talleristas para la enseñanza de las ciencias a nivel primaria. Si bien es cierto que el SPC (en este caso SPI) se genera sobre todo con experiencia propia, se espera que también se genere a través de la experiencia de los demás y en este sentido compartir la documentación del SPI recabada de los talleristas de PAUTA puede robustecer el SPI de docentes y talleristas en formación y en servicio. Ésta puede ser la mayor utilidad de haber construido la ReI de un tallerista prototípico: su empleo para la formación de docentes, mediante su discusión y análisis con los candidatos a convertirse en profesores. De acuerdo con Tamir³¹⁷ y Van Driel, de Jong y Verloop³¹⁸ se propone utilizar el SPI en el proceso formativo de profesores y talleristas para proponer una posibilidad de integrar información de la materia junto con la pedagogía y con experiencias de otros sujetos.

En este sentido se propone apoyar a los profesores, sobre todo a los principiantes, a robustecer su SPI con el de otros talleristas para generar una imagen más amplia de diferentes formas de enseñanza y por lo tanto promover la flexibilidad para seleccionar un método más adecuado para el tema, de acuerdo con el grupo, su contexto, a la interacción tallerista-estudiante y a los objetivos y forma de evaluación de la sesión. De acuerdo con Hofstein y Lunetta³¹⁹ acrecentar en los profesores de ciencias el conocimiento del contenido y su SPI puede ayudar a que éstos desarrollen más altos niveles de conocimiento,

317 PINCHAS TAMIR. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. p. 99.

318 JAN VAN DRIEL, De Jong, O., y Verloop, N., The development of preservice Chemistry teachers' pedagogical content knowledge.

319 AVI HOFSTEIN y Lunetta, V, N. The Laboratory in Science Education: Foundation For The 21st Century. p. 45

habilidades y confianza para construir ambientes de aprendizaje efectivos. Este desarrollo debería ser un proceso continuo a lo largo de la vida profesional de un profesor.

El SPI de los talleristas PAUTA analizado desde el contexto de la indagación puede apoyar a revisar lo que ocurre en la educación en ciencias y en las estrategias para la formación docente. Y habría que continuar este tipo de investigaciones haciendo una relación más clara con los resultados de los estudiantes, que de acuerdo a Garritz³²⁰ y Gess-Newsome y Carlson³²¹ “también es filtrado por una serie de factores que se interrelacionan en cada estudiante”³²² y que se presentan en un complejo (pero claro) esquema aunado a los elementos y relaciones del docente, del estudiante y del contexto que están involucrados en la educación.

Finalmente la indagación tiene una serie de dogmas que son los pilares básicos de conocimiento que construye y por lo tanto sus posibilidades de desarrollo. Pero también a su vez son los preceptos que tienden la mano al que se inicia en la indagación. En este sentido concuerdo con Garritz³²³: la indagación debe ser tanto un medio -la indagación como enfoque instruccional- como un fin de la enseñanza -la indagación como finalidad del aprendizaje. Es únicamente en el encuentro con actividades de indagación como se puede transformar y profundizar en la comprensión de la indagación como concepto y como propuesta filosófica y pedagógica.

320 ANDONI GARRITZ , Pedagogical Content Knowledge (PCK).

321 JULIE GESS-NEWSOME J y Carlson J. The PCK Summit Consensus Model and Definition of Pedagogical Content Knowledge.

322 GARRITZ, A. *Op. Cit.*

323 ANDONI GARRITZ. Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. p. 147.

Referencias consultadas

Referencias consultadas

- ABELL, Sandra K. Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? En *International Journal of Science Education*, Volumen 30, número 10. 2008. pp. 1405–1416.
- ABD-EL-KHALICK, Fouad, Boujaude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Hoftein, A., Niaz, M., Treagust, D. y Yuan, H., Inquiry in Science Education: International Perspectives. En *Science Education*, Volume 88, Número 3. 2004. p. 397-419. También En Krugly-Smolka, Eva y Taylor, P., (Eds.) *Culture and comparative studies*. 2004. pp. 397-419
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3aYoHsk-LH8J:www.researchgate.net/publication/227689248_Inquiry_in_science_education_International_perspectives/file/32bfe510fecf3dd439.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=mx > [Consulta : 25 de marzo, 2014]
- ANDERSON, Ronald. D. Inquiry as an organizing theme for science curricula. En Abell, S., Lederman, N. (Eds). *Handbook of Research on Science Education*. 2007. p. 808-830. <http://www.cvsd.org/documents/Science_Adoption-MS/Research%20on%20Science-Chapter%2027.pdf > [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- ARANGO, Natalia, Chavez, M., Feinsinger, P *Enseñanza de ecológica en el patio de la escuela EEPE. Guía Metodológica para la enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela*. Nueva York. National Audubon Society. 2002 137pp. <<http://es.scribd.com/doc/34318289/Ensenanza-de-la-ecologia-en-el-patio-de-la-escuela-EEPE1> > [Consulta 6 de marzo, 2014]
- BACHELARD, Gaston La formación del espíritu científico. Contribuciones a un psicoanálisis del conocimiento objetos, siglo XXI editores 1984 305pp

- BALLÍN, Rebeca. Congreso Nacional de Instrucción Pública de 1889, trabajo presentado por en el IX Congreso Nacional de Investigación Educativa en Mérida, Yucatán del 5 al 9 de noviembre 2007
<<http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v09/ponencias/at09/PRE1178836175.pdf>> [Consulta 25 de marzo, 2014]
- BANKS, F., Leach, J. y Moon, B. Extract from 'New understandings of teachers' pedagogic knowledge'. En *Curriculum Journal*, volumen 16, número 3, 2005. pp. 331–340.
- BARNETT, John. y Hodson, D., Pedagogical Context Knowledge: Toward a Fuller Understanding of What Good Science Teachers Know. En *Science Education*. Volumen 85. Número 4. 2001. pp. 426–453.
- BARROW, Lloyd, A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards, en *Journal of Science Teacher Education*. Volumen. 17. Número 3. 2006. pp. 265–278.
- BAXTER, Juliet. y N. Lederman. Assessment and measurement of pedagogical content knowledge”, en J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (eds.), En *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht. The Netherlands. Kluwer Academic. 1999. pp. 147-161.
- BENCZE, John, “Polite directivness” in science inquiry: a contradiction in terms?. En *Cultural Studies of Science Education*. Volumen 4. Número 4. 2009. pp. 855-864
- BLANCO, Lorenzo. Mellado, V. y Ruiz, C. Conocimiento didáctico del contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación del profesorado. En *Revista de Educación*, número 307. 1995. pp. 427-446.
- BOLÍVAR BOTIA, ANTONIO. Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado: El programa de L. Shulman. En *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. Número 16. 1993. Pp.113-124.

- BYBEE, Rodger. Teaching science as inquiry. En J. Minstrell, y E. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* Washington, DC: American Association for the Advancement of Science. 2000. pp. 20-46.
<<http://ehrweb.aaas.org/PDF/InquiryPart1.pdf> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- BYBEE, Rodger. Scientific Inquiry and Science Teaching. En Flick, Lawrence y Lederman N. (Eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science*, The Netherlands. Kluwer Academic. 2004. Capítulo 1. pp. 1-14.
- CARILLO, Lori, Lee, C. y Rickey, D. Enhancing science teaching by doing. En *The Science Teacher*. Octubre 2005. pp. 60-64.
- CARLSEN, William. S. Domains of teacher knowledge, en Gess-Newsome, J., Lederman, N. G., *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht. The Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 1999. pp. 133-309.
- CHAMIZO, José Antonio y Gisela Hernández. Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico personalizado. En *Educación Química*, volumen 11, número 1, 2000. Pp. 115-144
- CHATTERJEE, Suparna., Williamson, V., McCann, K. y Peck, L. Surveying students' attitudes and perceptions toward guided- inquiry and open-inquiry laboratories. En *Journal of Chemical Education*. Volumen 86. Número 12. 2009. pp. 1427-1432
- CHARPAK, Georges, *Manos A La Obra. Las Ciencias En La Escuela Primaria*. FCE. 2005. 144pp.
- CHEW-LENG Poon, Yew-Jin lee, Aik-Ling Tan y Shirley, Lim, Knowing Inquiry as a Practice and Theory: developing a Pedagogical framework with Elementary School teachers, en *Research in Science Education*. Volumen 42. Número 2. Pp. 303-327.

- CHIN, Christine. Posing Problems and Asking Investigative Questions. En *Teaching and Learning*, volumen 23, número 2, 2002 pp. 155-166.
<<http://repository.nie.edu.sg/jspui/bitstream/10497/301/1/TL-23-2-155.pdf>>
[consulta: 25 de marzo, 2014]
- CHIN, Christine y Kayalvizhi. Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? En *Research in Science and Technological Education*, volumen 20, 2002, pp. 269–287.
- COCHRAN, Kathryn, King. R. y DeRuiter, J. Pedagogical content knowledge: a tentative model for teacher preparation. Paper presented at *The Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Chicago. 1991.
<<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED340683.pdf> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- COCHRAN, Kathryn., De Ruiter, J. y King, R. Pedagogical Content Knowing: an integrative model for teacher preparation. En *Journal of Teacher Education*. Volumen 44, número 4, 1993. p. 263-272.
- COLL, César, Martín T., Miras, M. Orubia, J, Solé, I y Zavala, A. *El constructivismo en el aula*, México. Gráo y Colofón. 1993. 183 pp.
- COLLINS, Allan. A sample dialogue based on a theory of inquiry teaching. Tech. Rep. No. 367. Cambridge, MA. Bolt, Beranek, and Newman, 1986, January Inc. ED 266 423. 31pp.
<https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/17703/ctrstreadtechrepv01986i00367_opt.pdf?sequence=1> [consulta: 25 de marzo, 2014]
- DEBATES DEL CONGRESO NACIONAL DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA. *Relación de discusiones, quejas y acuerdos del único periodo de sesiones*. Mexico. 1889.
- DEBOER, George. E. *A history of ideas in science education. Implications for Practice*. New York: Teachers College Press. 1991. 269pp.

- DEWEY, John. Science as subject-matter and as method. En *Science*. Volumen 31. 1910. pp. 121-127.
- DEWEY, John. My pedagogic creed. En *Early works of John Dewey*. Carbondale, USA: Southern Illinois University Press, Vol. 5, 1897. pp. 84-95.
- DEWEY, Jonh. *The school and society*. The university of Chicago press Chicago, Illinois 1938. 164pp. < <http://www.questia.com/read/101427391/the-school-and-society>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- DE JONG, Onno. Developing teachers and chemical education, en J. K. Gilbert *et al* (Eds.). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Dordrecht. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 2002. pp. 365–367
- DE JONG, Onno, Korthagen, F. y Wubbels, T. Research on Science Teacher Education in Europe: Teacher Thinking and Conceptual Change. En B. J. Fraser and K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Great Britain. Kluwer, 1998. pp. 745-758.
- DE JONG, Onno, Van Driel, J. H., y Verloop, N. Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. En *Journal of Research in Science Teaching*, Volumen 42. Número 8. 2005. pp. 947-964.
- DÍAZ GUTIÉRREZ, María Antonieta, Flores Vázquez, G. y Martínez Rizo, F. *PISA 2006 en México*. México. INEE. 2007. 343pp. <<http://www.oei.es/evaluacioneducativa/pisa2006-w.pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- DIF. *Niños Talento*. < http://www.dif.df.gob.mx/dif/prog_serv.php?id_prog_serv=12> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- DILLON, James. The remedial status of student questioning. En *Journal of Curriculum Studies*, volumen 20, 1988 pp. 197–210.

- DUSCHL, Richard y Grandy, R. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates. *Plenary paper for Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda*, New Brunswick, NJ. 2005.
- EBERT, Christine L.. An assessment of prospective secondary teachers' pedagogical content knowledge about functions and graphs. Paper presented at The Annual Meeting of the American Educational Research Association, on April 1993
<<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED366580.pdf> > [consulta 25 de marzo, 2014]
- ESPINOSA-BUENO, Silvia, Labastida-Piña, D., Padilla, K. y Garritz, A., Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess It and Its Application to High School In-Service Science Teachers. En *US-China Education Review*. Volumen 8. Número 5, 2011. pp. 599-614.
<<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED520684.pdf> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- FERNÁNDEZ-BALBOA, Juan Miguel y Stiehl, J. The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. En *Teaching and Teacher Education*, volumen 11, número 3, 1995. Pp. 293–306.
- FLORES, Fernando. y Barahona, A. Currículo de educación básica: contenidos y prácticas pedagógicas. En G. Waldegg, A. Barahona, B. Macedo y A. Sánchez (Coords.) *Retos y Perspectivas de las Ciencias Naturales en la Escuela Secundaria*. México. SEP. 2003. pp. 13-35.
- FLORES-CAMACHO, F ernando, Gallegos-Cázares, L., García-Franco, A. Vega-Murguía, E. y García-Rivera, B. El conocimiento de los profesores de ciencias naturales, En *Physics Education Research*, volumen 2, 2007. pp.1-15.
- FLORES-CAMACHO, Fernando, Gallegos-Cázares, L. y Reyes-Cárdenas, F. Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química, En *Perfiles Educativos*. Volumen 116. 2007. pp. 60-84.

- FORBES, Cory y Davis, Elizabeth. Curriculum design for inquiry: Preservice elementary teachers' mobilization and adaptation of science curriculum materials. En *Journal of Research in Science Teaching*. volumen 47, 2010, pp. 820–839.
- FRIEDRICHSEN, Patricia, Van Driel, J. y Abell, S. Taking a Closer look at Science Teaching Orientations. En *Science Education*. Volumen 95. Número 2. 2011. Pp. 358-376.
- FRENCH, Donald. y Russell, C. Do graduate Teaching assistants benefit from teaching Inquiry-based laboratories? En *Bioscience*. Volumen 52. Número 11. 2002. pp. 1036-1041.
- GALAGOVSKY, Lydia R., Rodríguez, M. A., Stamati, N. y Morales, L. F. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de ‘Reacción Química’ a partir del concepto de ‘Mezcla’. En *Enseñanza de las Ciencias*. Volumen 21. Número 1. 2003. pp. 107-121.
- GARCÍA-FRANCO, Alejandra, Calderón-Canales, E., García-Rivera, B. y Flores-Camacho, F. *Las actividades PAUTA y el desarrollo de habilidades para la ciencia*, Grupo de Cognición y Didáctica de las Ciencias, CCADET, UNAM. Documento interno de trabajo de PAUTA. 2008. XVII pp.
- GARCÍA-FRANCO, Alejandra, Reyes-Cárdenas, F., Gallegos-Cázares, L. y Flores-Camacho, F. Conocimientos básicos de los profesores de química de secundaria, En *Educación Química*, volumen 17, número 3, 2006. pp. 379-387.
- GARRITZ, Andoni. Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. En *Revista Iberoamericana De Educación*. Número 42. 2006. p. 127-152.
<<http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001/File/Garritz.PDF> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]

- GARRITZ, Andoni, Pedagogical Content Knowledge (PCK) En Gunstone, R. (Editor) *Encyclopedia of Science Education*, Springer, in the press, 2014.
- GARRITZ, Andoni, Labastida-Piña, D. V., Espinosa-Bueno, J. S. El conocimiento didáctico del contenido de la indagación. Un instrumento de captura. En *Memorias del Congreso Nacional de Investigación Educativa*. 2009 13pp.
<http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_05/ponencias/0411-F.pdf> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- GARRITZ, Andoni, Labastida-Piña, D. V., Espinosa-Bueno, J. S. y Padilla, K. Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess it and its Application to High School in-Service Science Teachers. En *Proceedings of the NARST-2010 Conference*, Philadelphia, USA. 2010
- GARRITZ, Andoni, Porro, S., Rembado F. M. y Trinidad, R. Latin-American teachers' pedagogical content knowledge of the particulate nature of matter. En *Journal of Science Education. Volumen 8. Número 2. 2007. pp. 79-84.*
<http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/21-Garritz-Porro-Rembado-Trinidad-JSE.PDF> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- GARRITZ, Andoni y Trinidad-Velasco R., El conocimiento pedagógico del contenido, en *Educación Química. Volumen 15. Número 2. Editorial. 2004. pp. 2-6.*
- GARRITZ, Andoni y Velázquez, P. Biotechnology pedagogical knowledge through Mortimer's conceptual profile. En *Proceedings of the NARST 2009 Conference*. Garden Groves, CA, USA. 2009. 18pp. <
http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/73-Garritz-Velazquez-BT-PCK-Proceedings-NARST-2009-FINAL.pdf> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- GESS-NEWSOME, Julie. Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. En J. Gess-Newsome and N.G. Lederman (Eds.)

Examining pedagogical Content Knowledge: the construct and its implications for Science Teaching, Dordrecht, The Netherlands. Kluwer. 1999. pp. 51-94

GESS-NEWSOME, Julie y Carlson J. The PCK Summit Consensus Model and Definition of Pedagogical Content Knowledge. In *The Symposium "Reports from the Pedagogical Content Knowledge (PCK) Summit*, ESERA Conference 2013, September 2013.

GESS-NEWSOME, Julie y. Lederman, Norman (Eds.) *Examining pedagogical Content Knowledge: the construct and its implications for Science Teaching*. Dordrecht. The Netherlands. Kluwer. 1999. 320pp.

GROSSMAN, Pamela. *The making of a Teacher: teacher knowledge and teacher education*. New York. Teachers College Press. 1990. 185pp.

GUDMUNDSDÓTTIR, Sigrun y Shulman, L. Conocimiento didáctico en ciencias sociales, En *Profesorado. Revista en Currículum y Formación del Profesorado*. Volumen 9. Número 2. 2005. 12pp. <<http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART5.pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

HANSON, David. *Instructor's Guide To Process-Oriented Guided-Inquiry Learning*. Ed. Pacific Crest. 2006. 59pp. <http://www.pogil.org/uploads/media_items/pogil-instructor-s-guide-1.original.pdf> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

HERNÁNDEZ ROJAS, Gerardo. Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. En *Perfiles Educativos*. 2009. Volumen 30. Número 122. 38-77 pp.

HODSON, Derek. *Teaching and Learning Science*. Buckingham. Open University Press. 1998. 426pp.

HOFFMAN, Nancy Women's "true" profession. Old Westbury, NY. Feminist Press. 1981. 352pp.

- HOFSTEIN, Avi. y Lunetta, V, N. The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. En *Science Education*. Volumen 88. Número 1. 2004. pp. 28-54.
- HOFSTEIN, Avi., Navon, O., Kipnis, M. Mamlok-Naaman.,R. Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions, En *Journal of Research in Science Teaching*. Volumen 42. Número 7. 2005. pp. 791–806
<<http://stwww.weizmann.ac.il/G-chem/docs/questionning.pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- INEE *PISA para docentes. La evaluación como oportunidad de aprendizaje*. México. Secretaría de Educación Pública, Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. 2005. 243pp.
<http://www.educacionbc.edu.mx/departamentos/evaluacion/descargas/Archivos/PI SA_docentes.pdf> [consulta: 25 de marzo, 2014]
- INNOVEC. *Innovación en la Enseñanza de la Ciencia*. <<http://www.innovec.org.mx/>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- JUSTI, Rosária, La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos, En *Enseñanza de las Ciencias*. Volumen 24. Número 2. 2006. pp. 173-184.
- KAGAN, Donna M. Ways of evaluating teacher cognition: inferences concerning the Goldilocks Principle. En *Review of Educational Research*. Volumen 60, número. 3, 1990. pp. 419-469
- KABERMAN, Zvia y Yehudit Judy Dori, Question Posing, Inquiry, and Modeling Skills of Chemistry Students in the Case-Based Computerized Laboratory Environment. En *International Journal of Science and Mathematics Education*, Volumen 7, 2009, Pp. 597-625.
- KHAN, Samia. Model-Based Inquiries in Chemistry. En *Science Education*. Volumen 91. Número 6. 2007. pp. 877-905.

- KIND, Vanessa. Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress, *Studies in Science Education*, volumen 45. número 2, 2009. pp. 169-204.
- KOBALLA, Thomas, Gräber, W., Coleman, D., y Kemp, A.C. Prospective teachers' conceptions of the knowledge base for teaching chemistry at the gymnasium. *Journal of Science Teacher Education*, volumen 10, número 4, 1999, pp. 269–286.
- FONDATION LA MAIN A LA PATE. La main à la pâte. <<http://lamap.inrp.fr/>> [Consulta: 25 de marzo 2013]
- LEDERMAN Norman y Gess-Newsome, J. Do subject matter knowledge , and pedagogical content knowledge contribute to ideal gas law of science teaching? En *Journal of Science Education*. Volumen 3. Número 1. Pp. 16-20.
- LEDERMAN, Norman . Syntax of nature of science within inquiry and science instruction, en Flick, Laerence y Lederman, N. (Eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Holanda. Kluwer Academic Publishers. 2004. Capítulo 14. p. 301-317.
- LEE, Eunmi., Brown, M., Puthoff, E., Fletcher, S., y Luft, J. (2005, March). *Capturing pedagogical content knowledge of beginning secondary science teachers: Year 1*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting, Dallas, USA
- LOUGHRAN, John, Berry, A. y Gunstone, R. *Attempting to capture and portray Science teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Australia. Science teachers' pedagogical Content Knowledge project. 2002. 33pp.
- LOUGHRAN, John, Berry, A. y Mulhall, P. (Eds.), *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. The Netherlands: Sense Publishers. 2006. 238 pp. <<https://www.sensepublishers.com/media/1219-understanding-and-developing-science-teachers-pedagogical-content-knowledge.pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

- LOUGHRAN, John, Mulhall, P. y Berry, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. En *Journal of Research in Science Teaching*. volumen 41. número 4. 2004. pp. 370-391.
- LUSTICK, David. The Priority of the Question: Focus Questions for Sustained Reasoning in Science. En *Journal of Science Teacher Education*, Volumen 21 2010, pp. 495-511.
- MAGNUSSON, Shirley., Krajcik, J. y Borko, H. Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En Gess-Newsome, J. y Lederman, N.G. (eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. 1999. pp. 95-132.
- MARKS, Rick. Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. En *Journal of Teacher Education*, volumen 41, número 3, 1990, pp. 3-11.
- MARCELO, Carlos. Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre Conocimiento Didáctico del Contenido. En L. Montero y J. M. Vez (Eds.): *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago. Tórculo. 1993. Pp. 151-186,
- MARTIN-HANSEN, Lisa. Defining inquiry. En *The Science Teacher*. Volumen 69. Número 2. 2002. pp. 34-37.
- MCNEILL, Katherine y Krajcik, J. Scientific explanations: characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. En *Journal of Research in Science Teaching*. Volumen 45. Número 1. , 2008. pp. 53-78. <<http://hdl.handle.net/2027.42/57509>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

- MCEWAN, Hunter y Bull, B. The Pedagogic Nature Of Subject Matter Knowledge. En *American Educational Research Journal*. Volumen 28. número. 2. 1991. pp. 316-334.
- MELLADO, Vicente. *Análisis del conocimiento didáctico del contenido, en profesores de ciencias de primaria y secundaria en formación inicial*. Caceres, España. Tesis doctoral no publicada. Servicio de publicaciones de la Universidad de Extremadura. 1994
- MELLADO, Vicente. Profesores de Ciencias en formación de Primaria y Secundaria. Concepciones y práctica del aula. En *Enseñanza de las Ciencias*. Volumen 14. Número 3, 1996. pp. 289-302.
- MELLADO, Vicente y Carracedo, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de la ciencia, en *Enseñanza de las Ciencias*. Volumen 11. Número 3.1993. pp. 331-339.
- MILLAR, Robin y Driver, R. Beyond process. En *Studies in Science Education*. Volumen 14. Número 1. 1987. pp 33-62.
- MINNER, Daphne , Levy, A., Century, J., Inquiry-Based Science Instruction- What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002, en *Journal Of Research In Science Teaching*, Volumen 47. Número 4. 2009. pp. 474–496.
- MINSTRELL, Jim y E. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* Washington, DC: American Association for the Advancement of Science. 2000. 496pp.
<http://www.aaas.org/programs/education/about_ehr/pubs/inquiry.shtml>
[Consulta: 25 de marzo, 2014]
- MULHALL, Pamela, Berry, A., y Loughran, J. Framework for representing science teachers' pedagogical content knowledge, En *Asia-Pacific Forum on Science*

Learning and Teaching. Volumen 4. número 2. Artículo 2. 2003. 25pp.

<http://www.ied.edu.hk/apfslt/download/v4_issue2_files/mulhall.pdf> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for Teaching and Learning*. Washington. National Academy Press. 2003, 202 pp.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *The National Science Educational Standards*. Washington. Ed. National Academy Press. 1996. 262pp.
<<http://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nse/nse-complete.pdf>>
[Consulta: 25 de marzo, 2014]

NATIONAL RESEARCH COUNCIL *Inquiry and the national Science Education Standards*. Washington, D.C. Editorial. National Academy Press. 2000. 232pp.
<http://cmase.uark.edu/teacher/workshops/Others/SEDL/NES_Inquiry.pdf>
[Consulta: 25 de marzo, 2014]

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. *Inquiry: Thoughts, views, and strategies for the K-5 classroom. Volume 2 of Foundations*. Washington DC. National Science Foundation. 1999. 120pp.
<<http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

NOVAK, Alfred. Scientific inquiry. En *Bioscience*, Volumen 14. Número 10. 1964. Pp.25-28.

NORENZAYAN, Ara y Heine, Steven Psychological universals: what are they and how can we know? En *Psychological Bulletin* volume 131, número 5, 2005 pp. 763-784.
DOI: 10.1037/0033-2909.131.5.763

OECD. *Muestra de reactivos empleados en la evaluación PISA 2000. Aptitudes para lectura, matemáticas y ciencias*. París. OCDE y México. Aula XXI. Santillana.

2002. 145pp. <<http://www.oecd.org/pisa/39817028.pdf> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]

OECD. *Learning for Tomorrow's World. First Results from PISA 2003*. Paris. OECD.

2004. 471 pp

<<http://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessment/pisa/34002216.pdf> > [consulta: 25 de marzo, 2014]

OECD. *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA*

2006. OECD Publishing, 2006. 188pp.

OECD. *PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1: Analysis*.

Paris. OECD. 2007. P 385 pp.

<<http://www.oei.es/evaluacioneducativa/InformePISA2006-FINALingles.pdf>>

[Consulta: 25 de marzo, 2014]

OECD. *PISA 2012 Results in Focus: What 15-year-olds now and what they can do with what they know (Volume 1)*. 2013 31 pp. <

<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

OECD. *Strong Performers and Successful Reformers in Education: Lessons from PISA for*

Mexico. 2010. 66 pp. < <http://www.oecd.org/pisa/46638969.pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

OECD. PISA. <<http://www.pisa.oecd.org>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

OEI. *La evolución de los resultados de la evaluación de la competencia científica según*

PISA en Iberoamérica entre 2006 y 2009 <

<http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0078.htm> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]

OLIVEIRA, Alandeom. “Kindergarten, can I have your eyes and ears?” politness and teacher directive choices in inquiry-based science classrooms. En *Cultural studies of Science Education*, Volumen 4. Número 4. 2009. p. 803-846.

PADILLA, Kira, Ponce-de-León, A. M., Rembado, F. M.y Garritz, A. Undergraduate Professors' Pedagogical Content Knowledge: The case of 'amount of substance', en *International Journal of Science Education*. Volumen 30. Número 10. 2008. pp. 1389-1404.

PAUTA, *Curso de Profesores PAUTA*, Documento interno de trabajo PAUTA, 2009.

PAUTA. *Misión PAUTA*. < <http://www.pauta.org.mx/Pauta/wpmision.aspx> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]

PAUTA. *Modelo didáctico PAUTA*.

<<http://www.pauta.org.mx/Pauta/wpmodelodidactico.aspx> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]

PAUTA, *Manual de Elaboración de Secuencias*. Documento interno de trabajo PAUTA. 2009.

PAUTA, *Manual del curso de familiares PAUTA*, Documento interno de trabajo PAUTA, 2009.

PAUTA, *Noticias PAUTA*. <<http://noticias-pauta-nacional.976686.n3.nabble.com/Convocatoria-para-estudiantes-a-nivel-primaria-en-MUTEC-td2864634.html> >. [Consulta: 25 de marzo, 2014]

PAUTA. *Objetivos PAUTA*. <<http://www.pauta.org.mx/Pauta/wpobjetivos.aspx>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

PAUTA, *Secuencia “Flotabilidad”*. Documento interno de trabajo del PAUTA. 2010

- PESSOA DE CARVALHO, Anna María, Enseñar física y fomentar una enculturación científica, En *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales España: Grafiques Pacific*, enero 2007. pp. 66-76.
- PESSOA DE CARVALHO, Anna María; Infantosi Vannucchi, Andréa; Alves Barros, Alfredo; Resende Goncalves, María Eliza; Casal de Rey, Renato *Ciencias no Ensino Fundamental. Brasil*. Scipion Ed.Scipione. Brasil. 1998. 199. pp.
- PINTO, Jesús y González, M. El conocimiento didáctico del contenido en el profesor de matemáticas: ¿una cuestión ignorada? En *Educación Matemática*. Volumen 20. Número. 3. 2008. pp. 83-100.
- POGIL *Process Oriented Guides Inquiry Learning*. <<http://www.pogil.org/>> [Consulta: 25 de mazo, 2014].
- POGIL. *Required Criteria Process Oriented Guides Inquiry Learning*. <http://www.pogil.org/uploads/media_items/required-criteria-for-pogil-experiments-2pp.original.pdf> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- POZO, Juan Ignacio y Gómez, M. *Aprender y Enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid. Morata. 2001. 331 pp.
- RAKOW, Steven J. *Teaching science as inquiry*. Fastback 246. Bloomington, IN: Phi Delta Kappa Educational Foundation. ED 275 506. 1986. 33pp.
<<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED275506.pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- RAVIOLO, Andrés y Garritz , A. Decálogos e inventarios, en *Educación Química*. Volumen XVI. Número E. 2005. pp. 106-110.
<<http://www.educacionquimica.info/index.php>> [Consulta: Consulta: 25 de marzo, 2014]
- RESNICK, L. y Klopfer, L. Toward the thinking curriculum: an overview. En L. Resnick y L. Klopfer (Eds.) *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research*.

Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). 1989

REYES, Flor. *Concepciones alternativas de estudiantes sobre el concepto de reacción química: un ejercicio de metaanálisis*. México DF. Tesis UNAM. 2006. 172 pp.

REYES-C., Flor y Garritz, A. Conocimiento pedagógico del concepto de 'reacción química' en profesores universitarios mexicanos. En *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. Volumen 11. Número 3. 2006. p. 1175-1205.

REYES Flor y Garritz, A. Inquiry Pedagogical Content Knowledge of Mexican Basic Education Teachers in a Special Program En Proceedings of the NARST-2009 Conference, Garden Groves, CA, USA, April.

REYES-CÁRDENAS, Flor y Padilla, Kira. La indagación y la enseñanza de las ciencias, En *Educación Química*. Volumen: XXIII. Número 4. Octubre de 2012. pp. 415-421. <<http://www.educacionquimica.info/>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

REYES Cárdenas, Mónica, Moni-tos1 <<http://moni-tos.blogspot.mx/2012/11/flor-antes-de-dominar-al-mundo.html>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

REYES Cárdenas, Mónica, Moni-tos2 <<http://moni-tos.blogspot.mx/2014/03/lleva-un-tiempo.html>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

RUTHERFORD, F. James. The role of inquiry in science teaching. En *Journal of Research in Science Teaching*, Volumen 2. Número 2. 1964. Pp. 80-84.

RUTHERFORD F. JAMES y Ahlgren, A. Science for all Americans. Oxford University press. 1989. 272pp.

RUIZ, Miguel, *Los cuatro acuerdos*, España: Urano, 1998, 43 pp.

SALAZAR, Susan F., El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente, en *Actualidades Investigativas en Educación*.

- Costa Rica. Volumen. 5. Número 002. 2005 julio-diciembre. 18pp. <
http://www.huila.gov.co/documentos/educacion/huilaensena/Acompa%C3%B1amiento-Curricular/Taller%20EL_CONOCIMIENTO_PEDAG%C3%93GICO_DEL CONTENIDO_COMO.pdf> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- SCHWAB, Joseph. Enquiry, the science teacher, and the educator. En *The Science Teacher*. Volumen 27. 1960. pp. 6–11.
- SCHWAB, Joseph. What Do Scientists Do? *Behavioral Science*, 5(1). 1960. pp. 1-27.
- SCHWAB, Joseph. *The teaching of science*. Cambridge, MA. Harvard University Press. 1966.
- SCHWAB, Joseph. *Science, curriculum and liberal education*. Chicago. University of Chicago Press. 1978. 400pp.
- SCHWARTZ, Reneé, Lederman, N., y Crawford, B. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. En *Science Education*. Volumen 88. Número 4. 2004. pp. 610-645. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.10128/pdf>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- SEGALL Avner Revisiting pedagogical content knowledge: the pedagogy of content/ the content of pedagogy. En *Teaching and Teacher Education*. 2004. Volumen 20,pp. 489-504.
- SEP. *Plan Nacional de Educación*, México. SEP. 2001. 264 pp.
- SEP, Acuerdo número 384. Plan y Programas de Estudio para Educación Secundaria. En *Diario Oficial*. 26 de mayo de 2006, 278 pp. <http://www.seiem.gob.mx/web/d1_pe/d1_ce/d1_pdf/acuerdo384.pdf > [Consulta: 25 de marzo, 2014]

- SEP. *Educación Básica. Secundaria. Plan de Estudios 2006*, México: SEP, 2006. 56pp.
<http://www.excelduc.org.mx/sys-uploads/documentos/plan_de_estudios_2006.educacion_basica._secundaria.pdf>
[Consulta: 25 de marzo, 2014]
- SEP. Educación básica Secundaria. Programas de estudios 2006.
- SEP. *Programa Sectorial de Educación 2007-2012*. México. SEP. 2007. 64 pp.
- SEP, Programas de Estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica Secundaria. Ciencias. México: SEP. 2011. pp. 160.
<<http://basica.sep.gob.mx/reformaintegral/sitio/pdf/secundaria/plan/CienciasSec11.pdf>> [25 de marzo, 2014]
- SEP. *ENLACE*. <<http://enlacemedia.sep.gob.mx/>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- SEP. *ENLACE. Datos estadísticos*.
<<http://www.enlace.sep.gob.mx/content/ba/pages/estadisticas/estadisticas.html>>
[Consulta: 25 de marzo, 2014].
- SHULMAN, Lee. *A little history about Lee Shulman*.
<<http://www.leeshulman.net/biography.html>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- SHULMAN, Lee S. Those who understand: knowledge growth in teaching, En *Educational Researcher*. Volumen 15. 1986. pp. 4-14.
- SHULMAN, Lee S. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, En *Harvard Educational Review*, volumen 57, número1. 1987. pp. 1–22.
- SOLÉ, Isabel. Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. En Coll, Cesar, Martín, E., Mauri, T. , Onruba, J. Solé, I, y Zavala, A., *El constructivismo en el aula*, España, Ed. Graó. 1999. pp. 25-47.

- TALANQUER, Vicente. Recreating a Periodic Table: A Tool for Developing Pedagogical Content Knowledge, En *The Chemical Educator*. Volumen 10. Número 2. 2005. pp. 95-99. <<http://www.cbc.arizona.edu/tpp/TCEPeriodic.pdf>> [Consulta: 19 de febrero de 2014]
- TALANQUER, Vicente. Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? En *Educación Química*. Volumen 15. Número 1. 2004. Pp. 52-58.
- TAMIR, Pinchas. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. En *Teaching & Teacher Education*. Volumen 4. Número 2. 1988. Pp. 99-110.
- TRUOT, Laura, Lee, C., Moog, R.y Rickey, D. Inquiry Learning: What is it? How do you do it? en Lowery Bretz, Stacey (Ed.) *Chemistry in the National Science Education Standards: Models for meaningful learning in the High school chemistry classroom*. American Chemical Society. 2008. Capítulo 4. Pp. 29-45.
<<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed086p435> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- TYTLER, Russell y Peterson, T. S. From “try and see” to strategic exploration: Characterizing young children’s scientific reasoning. En *Journal of Research in Science Teaching*. volumen 41. 2004. Pp. 94–118.
- UNO, Gordon. Inquiry in the classroom. En *BioScience*. Volumen 40. Número 11. 1990. Pp. 841-843.
- VAN DRIEL, Jan H., De Jong, O., y Verloop, N., The development of preservice Chemistry teachers’ pedagogical content knowledge, En *Science Teacher Education*. 2002. Pp. 552- 590.
- VEAL, William y Makinster, J.G.. Pedagogical content knowledge taxonomies. En *Electronic Journal of Science Education*. Volumen 3, número 4, 1999
<<http://ejse.southwestern.edu/article/viewArticle/7615/5382>> [Consulta: 25 de marzo, 2014]

- VIDAL, Rafael y Díaz María Antonieta. *Resultados de las pruebas PISA 2000 y 2003 en México*. Habilidades para la vida en estudiantes de 15 años. México. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. 2004. 235pp.
<<http://www.inee.edu.mx/index.php/publicaciones/informes-institucionales/estudios-internacionales/74-publicaciones/estudios-internacionales-capitulos/572-resultados-de-las-pruebas-pisa-2000-y-2003-en-mexico> > [Consulta: 25 de marzo, 2014]
- WANDERSEE, James H., Mintzes, J.; Novak, J. Learning: Research on alternative conceptions. En Gabel, D. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York. Macmillan. 1994. pp. 177–210.
- WHITE, Richard y Gundstone, R, *Probing Undrestanding*, The Falmer Press, London, 1992.
- ZABALA, Antoni. *La práctica educativa: como enseñar*. Madrid: Grao. 1999. 233pp.
- ZOLLER, Uri. The Fostering of question-asking capability- a meaningful aspect of problem solving in chemistry. En *Journal of Chemical Education*, volumen 64, 1987. pp. 510–511.

Anexo 1

Anexo 1. Secuencia PAUTA de flotación³²⁴

TEMA DE LA SECUENCIA: FLOTACIÓN

Propósito general de la secuencia

Se espera que los niños exploren y experimenten con diferentes objetos para conocer de manera científica el fenómeno de la flotación. Esto se trabaja a través de tres talleres secuenciados en los que se exploran diferentes aspectos: la masa y el volumen (densidad).

Conceptos que abordan:

Masa: propiedad intrínseca de los objetos materiales, en términos prácticos es una medida de la cantidad de materia de un cuerpo, y también puede considerarse como una medida cuantitativa de la resistencia de un cuerpo a cambiar su estado de movimiento cuando se aplica una fuerza dada (Resnick *et al.* 1993).

Volumen: cantidad definida como el espacio tridimensional ocupado por un cuerpo.

Densidad: cantidad de masa contenida en un determinado volumen.

¿Cómo se estructura la construcción conceptual a través de los talleres propuestos?

El primer taller de la secuencia se centra en el aspecto medular de la flotación: que la densidad del material (es decir, la relación entre masa y volumen) con que está hecho un objeto, en comparación con la del líquido en que está sumergido, determina la posibilidad de que flote o se hunda. Aquí los niños tienen la posibilidad de identificar o probar las nociones previas que tienen al respecto.

³²⁴ PAUTA, *Secuencia “Flotabilidad”*.

El segundo taller permite concluir que un objeto de masa fija, que inicialmente se hunde, si se modifica su volumen, puede flotar.

Con el tercer taller los niños pueden observar que cuando cambia la masa (aumenta el número de rondanas), el volumen (es decir, la forma) del barco también debe cambiar para que siga flotando, y que la masa debe estar distribuida de manera uniforme sobre la superficie.

¿Por qué esta secuencia?

Generalmente, el tamaño, forma y peso, entre otras, son características que los alumnos consideran relevantes para que un objeto flote o se hunda, y se pierde de vista que la flotación de los cuerpos está relacionada con su densidad. Por lo tanto, se propone una secuencia de tres talleres en los que se abordan determinados aspectos que influyen sobre la flotación: 1) El material del que están hechos los objetos, 2) el cambio en el volumen cuando la masa no varía, y 3) La modificación del volumen y la distribución de la masa cuando ésta se aumenta.

La secuencia va aumentando gradualmente la complejidad y sin perder de vista el nivel escolar con el que se trabaja, y además explora diferentes contextos de aplicación, permitiendo una construcción conceptual más robusta y clara, y que pueda utilizarse en diversas situaciones, donde las nociones construidas son adecuadas para generar explicaciones o para buscar otros elementos para interpretar y comprender las situaciones. Estos talleres consideran en su construcción algunas ideas previas.

Finalmente, es importante que el tallerista tenga claro el concepto de densidad, aunque el propósito de la actividad no es que lo aborde con los niños. Debido a que es él quien dirigirá la construcción del conocimiento del niño en los talleres.

Habilidades más importantes a desarrollar por taller

Taller	Construcción conceptual	Principales habilidades desarrolladas
	La flotabilidad depende del material	Identificar y clasificar objetos

	Si los objetos tienen la misma masa, pero diferente volumen, pueden flotar.	Probar ideas Identificar y controlar variables
	Cuando cambia la masa (aumenta el número de rondanas), el volumen también debe cambiar para que el objeto pueda flotar. La densidad depende tanto de la masa como del volumen La masa debe estar distribuida de manera uniforme en toda la superficie.	Sugerir explicaciones basadas en las pruebas Identificar y controlar variables. Sugerir explicaciones basadas en las pruebas. Detallar la solución para un problema
En general:	La posibilidad de flotar de un objeto está determinada por la relación entre la masa y el volumen de ese objeto. La relación masa/volumen es una característica de los objetos. Los objetos más densos que el agua se hunden. Los objetos menos densos que el agua flotan.	

TALLER 1: Flotando sí, flotando no

Propósito: Que los niños exploren y experimenten con diferentes objetos para descubrir que el material es una de las variables que determina la posibilidad de flotación de un objeto y no solamente su tamaño o su peso.

Reto: Averiguar ¿De qué depende que unos objetos floten y otros no?

Materiales:

Los objetos utilizados en este taller tienen misma forma, tienen aproximadamente el mismo tamaño y son de materiales distintos.

Este material que se propone tiene la ventaja de ser común para los niños, lo que les permitirá relacionar la actividad con lo cotidiano con mayor posibilidad. Al ser material casero y de bajo costo le permite mayores posibilidades de replicar la actividad.

una cuchara de plástico	un cilindro de plástico	una rondana de plástico
-------------------------	-------------------------	-------------------------

una cuchara de madera	un cilindro de madera	una rondana de madera
una cuchara de metal	un cilindro de metal	una rondana de metal
1 recipiente de plástico transparente con agua	cubos de plástico de diferente tamaño	

TALLER 2: La plastilina flotante

Propósito: Se espera que mediante esta actividad los estudiantes encuentren que la flotabilidad de un objeto también depende de su masa como de su tamaño (volumen). Además que puedan encontrar la relación de ciertas características (material y tamaño) de los objetos con la propiedad de flotabilidad.

Reto: ¿Cómo hacer que la plastilina flote en el agua?

Materiales

Recipiente de boca ancha	Franela	Agua
100 gramos de plastilina en forma de barra		

TALLER 3: El carga rondanas

Propósito: se espera que en este último taller de la secuencia los alumnos apliquen lo que aprendieron previamente sobre la forma de facilitar la flotación mediante el cambio en el volumen del barco, y además que se percaten de que en un volumen más o menos fijo, cualquier incremento importante de masa debe hacerse de manera homogénea.

Reto: ¿Cómo armar el mejor carga rondanas con las hojas de aluminio y que aguante el máximo número de rondanas sin hundirse?

Materiales

1 recipiente de plástico transparente con agua	1 franela	1 charola
50 Rondanas de ½ pulgada	Hojas de papel aluminio tamaño carta	

Secuencia: FLOTABILIDAD Taller: Flotando sí, flotando no (T1 de 3) Grado: 1° a 3°		
I. PRESENTACIÓN Organizar y planear A: Definir el problema e identificar los aspectos relevantes B: Elaborar predicciones y conjeturas	Los materiales	Material por equipo: 1 recipiente de plástico transparente con agua, tres cucharas del mismo tamaño (una de plástico, una de madera y una de metal), tres cilindros del mismo tamaño (uno de plástico, uno de madera y uno de metal), tres rondanas del mismo tamaño (una de plástico, una de madera y una de metal). Trapos o jergas para limpiar. Material por alumno: Cuaderno de registro
	Organización del grupo	Divide al grupo en equipos y destina a cada uno un área de trabajo. Recuerda que es conveniente organizar los equipos en grupos mixtos (en género y grado), así como separar amistades que puedan distraer al grupo.
	El problema o reto	Una vez organizados los equipos, presenta los materiales diciendo a los niños: En esta actividad van a trabajar con un recipiente de plástico transparente, cucharas, cilindros y rondanas. Recuerda que no debes repartir los materiales a los equipos en este momento, sólo debes mostrarlos al grupo para no perder la atención de los niños. Pregunta a los niños: ¿Alguna vez han visto objetos flotando en el agua? ¿Qué han notado? ¿Han visto que algunos objetos flotan en el agua y otros se hunden? ¿Qué objetos han visto que flotan? ¿Por qué creen que flotan? ¿Qué objetos han visto que se hunden? ¿Por qué creen que se hunden? Recuerda que puedes hacer más preguntas que estén relacionadas con las experiencias de los niños y la flotación. Nuestro reto será averiguar: ¿De qué depende que unos objetos floten y otros se hundan? Antes de comenzar, pensemos en lo que pasará: A: ¿Qué sucede cuando metemos un objeto dentro del agua? B: ¿Qué objetos de los que tenemos van a flotar? ¿Por qué?

		<p>B: ¿Qué objetos de los que tenemos se van a hundir? ¿Por qué? B: ¿Por qué algunos objetos flotan y otros se hunden?</p> <p>Menciona a los alumnos que: Todos los integrantes del equipo deben participar, tanto en la realización de las ensayos como aportando ideas o sugerencias. Entrega el material a los equipos.</p>
<p>II. CONSTRUCCIÓN Actuar</p> <p>C: Probar ideas y predicciones</p> <p>D: Identificar y controlar variables</p> <p>E: Identificar, recolectar y registrar datos</p> <p>F: Identificar y clasificar</p> <p>G. Evaluar los datos obtenidos y modificar la acción en consecuencia</p>	<p>Exploración del material</p>	<p>Da libertad a los niños para manipular los objetos, para hacer predicciones y probar ideas. Recorre todos los equipos para identificar si comprenden el problema y conocen cuál es la tarea que tienen que realizar. Cuando sea necesario, explica nuevamente. Revisa constantemente que todos los integrantes del equipo se involucren en la actividad.</p>
	<p>Resolución del problema</p>	<p>Cuando todos tengan claro el problema, los equipos deberán buscar las respuestas que requieren.</p> <p>Dependiendo del avance del equipo, realiza preguntas pertinentes que ayuden a los equipos a resolver el reto. Por ejemplo: C: ¿Qué objetos van a probar primero? ¿Por qué? Si están comparando objetos: D: ¿Por qué comparan esos objetos? Si están considerando que el número de objetos influye en que floten o se hundan: D: ¿Por qué ponen todos los objetos en el agua al mismo tiempo? D: ¿La cantidad de agua es importante para que los objetos floten? D: ¿La cantidad de agua es importante para que los objetos se hundan? C: ¿Han probado aventar los objetos al agua o ponerlos con cuidado? ¿Qué ocurre en cada caso? F: ¿Ocurre lo mismo si prueban primero los objetos con forma parecida? ¿Por qué? F: ¿Los objetos flotan o se hunden por el material con que están hechos? ¿Por qué creen eso?</p>

		<p>F: ¿Los objetos flotan o se hunden por su color? ¿Por qué creen eso? F: ¿Los objetos flotan o se hunden por su peso? ¿Por qué creen eso? F: ¿Los objetos flotan o se hunden por su forma? ¿Por qué creen eso?</p> <p>Si los niños están separando los objetos por alguna característica común entre ellos, puedes preguntar: F: ¿Por qué los separan de esa forma? Una vez que los niños hagan las ensayos necesarias, pídeles que recojan el material con el que trabajaron, limpien su lugar y que se sienten en círculo.</p>
<p>II. CONSTRUCCIÓN Actuar</p> <p>C: Probar ideas y predicciones</p> <p>D: Identificar y controlar variables</p> <p>E: Identificar, recolectar y registrar datos</p> <p>F: Identificar y clasificar</p> <p>G. Evaluar los datos obtenidos y modificar la acción en consecuencia</p>	<p>Exploración del material</p> <hr/> <p>Resolución del problema</p>	<p>Da libertad a los niños para manipular los objetos, para hacer predicciones y probar ideas. Recorre todos los equipos para identificar si comprenden el problema y conocen cuál es la tarea que tienen que realizar. Cuando sea necesario, explica nuevamente. Revisa constantemente que todos los integrantes del equipo se involucren en la actividad.</p> <p>Cuando todos tengan claro el problema, los equipos deberán buscar las respuestas que requieren.</p> <p>Dependiendo del avance del equipo, realiza preguntas pertinentes que ayuden a los equipos a resolver el reto. Por ejemplo: C: ¿Qué objetos van a probar primero? ¿Por qué? Si están comparando objetos: D: ¿Por qué comparan esos objetos? Si están considerando que el número de objetos influye en que floten o se hundan: D: ¿Por qué ponen todos los objetos en el agua al mismo tiempo? D: ¿La cantidad de agua es importante para que los objetos floten? D: ¿La cantidad de agua es importante para que los objetos se hundan? C: ¿Han probado aventar los objetos al agua o ponerlos con cuidado? ¿Qué ocurre en cada caso? F: ¿Ocurre lo mismo si prueban primero los objetos con forma parecida? ¿Por</p>

		<p>qué?</p> <p>F: ¿Los objetos flotan o se hunden por el material con que están hechos? ¿Por qué creen eso?</p> <p>F: ¿Los objetos flotan o se hunden por su color? ¿Por qué creen eso?</p> <p>F: ¿Los objetos flotan o se hunden por su peso? ¿Por qué creen eso?</p> <p>F: ¿Los objetos flotan o se hunden por su forma? ¿Por qué creen eso?</p> <p>Si los niños están separando los objetos por alguna característica común entre ellos, puedes preguntar:</p> <p>F: ¿Por qué los separan de esa forma?</p> <p>Una vez que los niños hagan las ensayos necesarias, pídeles que recojan el material con el que trabajaron, limpien su lugar y que se sienten en círculo.</p>
<p>III. DÁNDOLE SENTIDO</p> <p>Interpretar</p> <p>H: Identificar patrones y relaciones</p> <p>I: Reflexionar sobre los datos obtenidos</p> <p>J: Sugerir posibles explicaciones basadas en las pruebas</p> <p>K: Detallar la solución para un</p>	<p>Descripción</p> <p>Explicación</p>	<p>Después de haber trabajado en la resolución del problema, pide a los niños que respondan las siguientes preguntas:</p> <p>K: ¿Cómo resolvieron el problema?</p> <p>H: ¿Obtuvieron los mismos resultados con todos los objetos?</p> <p>H: ¿Qué objetos flotaron y cuáles se hundieron?</p> <p>Pregunta relacionada con la metacognición: <u>¿Qué ensayos hicieron y por qué?</u></p> <p>I: ¿Qué modificaciones hicieron a las ensayos y por qué?</p> <p>Una vez que se haya descrito el trabajo realizado, pregunta a los niños:</p> <p>J: ¿Por qué algunos objetos flotaron?</p> <p>J: ¿Por qué algunos objetos se hundieron?</p> <p>H: ¿Cómo son los objetos que flotaron?</p> <p>H: ¿Cómo son los objetos que se hundieron?</p> <p><u>Después de realizar la actividad, ¿piensan lo mismo sobre lo que flota y lo que se hunde?</u></p> <p><u>¿Qué fue lo que cambió después de la actividad?</u></p>

problema	Registro y reflexión	<p>Pide a los alumnos que de manera individual narren el trabajo que realizaron, los resultados que tuvieron, qué piensan al respecto, qué les pareció más interesante, qué problemas tuvieron, cómo los resolvieron, qué nuevas ideas tienen y qué encontraron que los asombró.</p> <p>El registro puede hacerse por medio de una narración, un dibujo, un esquema, etc.</p>
<u>RELACIÓN CON LO COTIDIANO</u>	Extensión	<p>Después de haber experimentado y comentado acerca del tema, extiende la actividad con un ejercicio adicional.</p> <p>Puedes preguntar a los alumnos: En su casa o escuela ¿Han visto objetos que floten o que se hundan? ¿Cuáles se hunden y cuáles flotan? ¿Qué pueden usar si van al mar o a una alberca y no saben nadar? ¿Qué usan para flotar? y ¿Cómo son esos objetos? ¿Se parecen a los objetos que utilizamos hoy? ¿Por qué?</p>

Algunas ideas previas que pueden expresar los alumnos:	Los conceptos
<p>Que un objeto flote depende de su forma. Que un objeto flote depende de su tamaño (Los objetos grandes se hunden y los objetos pequeños flotan). Que un objeto flote depende su peso (Los objetos menos ligeros se hunden y los más ligeros flotan). Que un objeto flote depende del material con que esté hecho. Dependiendo de la cantidad de agua, un mismo objeto puede o no flotar.</p>	<p>Por lo general, el tamaño, el peso, el color y la forma, entre otros, son características que los alumnos consideran relevantes para que un objeto flote o se hunda. En este taller es importante que los niños reconozcan que el material con que está hecho un objeto influye en que flote o se hunda.</p> <p>La flotación de los cuerpos está relacionada con la densidad del material, es decir con la relación masa/volumen de los objetos. Por ello, es importante que el tallerista tenga claro este concepto, aunque no se pretende que lo aborde con los niños.</p> <p>Si consideramos que la densidad es la cantidad de masa contenida en un volumen dado, entonces en los experimentos que se realizan en esta actividad es posible observar que los objetos que son menos densos que el agua, flotarán, mientras que los objetos que son más densos que el agua, se</p>

	hundirán. Por ejemplo, la madera flota en el agua porque es menos densa, en cambio el metal se hunde porque es más denso que el agua.
--	---

<p>Secuencia: FLOTABILIDAD Taller: Plastilina Flotante (T2 de 3) Grado: 1° a 3°</p>		
<p>I. PRESENTACIÓN</p> <p>Organizar y planear</p> <p>A: Definir el problema e identificar los aspectos relevantes</p> <p>B: Elaborar predicciones y conjeturas</p>	<p>Los materiales</p>	<p>Por equipo: Recipiente de boca ancha, franela, agua para llenar el recipiente.</p> <p>Por alumno: Cuaderno de registro Media barra de plastilina</p>
	<p>Organización del grupo</p>	<p>Divide al grupo en equipos y destina a cada uno un área de trabajo. Recuerda que es conveniente organizar los equipos en grupos mixtos (en género y grado), así como separar amistades que puedan distraer al grupo.</p> <p>Pregunta al grupo qué hicieron la sesión pasada, qué les gustó más, o de qué se acuerdan: ¿Recuerdan qué cosas se hundieron? ¿Cuáles objetos flotaron? ¿Por qué algunos objetos flotaron y otros se hundieron?</p>
	<p>El problema o reto</p>	<p>Una vez organizados los equipos, pregunta a los niños: ¿Han puesto plastilina en agua? ¿Qué han observado? ¿Qué pasará si ponemos una barra de plastilina en el agua? ¿Creen que flotará o se hundirá? ¿Por qué creen que pase eso?</p> <p>Comenta a los niños: Observen que cada equipo tiene: un recipiente de boca ancha con agua, una franela y un pedazo de plastilina para cada uno. Recuerda que no debes repartir los</p>

		<p>materiales a los equipos, sólo debes mostrarlos al grupo, para no perder la atención de los niños.</p> <p>Comenta a los niños lo siguiente: Nuestro reto será averiguar: ¿Cómo conseguir que toda la plastilina flote en el agua? En caso necesario, hacer la aclaración de no dividir la plastilina.</p> <p>Si algún equipo termina el reto 1 proponer los siguientes retos: Reto 2: ¿Cómo conseguir que toda la plastilina del equipo flote en el agua? Reto 3: ¿Cómo formar un objeto hecho con plastilina, que aunque lo sumerjan, no se hunda?</p> <p>Antes de comenzar, pensemos en lo que pasará: B: ¿Cómo se les ocurre que podrían hacerlo? B: ¿Qué tendrían que hacer para que la plastilina flote?</p> <p>Antes de entregar el material a los equipos, pide a los niños que en su cuaderno de registro expliquen lo que tendrán que hacer para que la plastilina flote. Podrán escribir un plan de acción o elaborar un dibujo.</p> <p>Entrega el material a los equipos. Recuerda a los equipos que pueden utilizar todo el material que tienen y que pueden realizar los ensayos necesarios para resolver el reto. Menciona a los equipos que todos los integrantes del equipo deben participar, tanto en la realización de las ensayos como aportando ideas y sugerencias.</p>
--	--	---

<p>II. CONSTRUCCIÓN</p> <p>Actuar</p> <p>C: Probar ideas y predicciones</p> <p>D: Identificar y controlar variables</p>	<p>Exploración del material</p>	<p>Da libertad a los equipos para que observen el material, comenten sus predicciones y se cuestionen.</p> <p>Revisa constantemente que todos los integrantes del equipo se involucren en la actividad.</p> <p>Recorre todos los equipos para identificar si comprenden el problema y conocen la tarea que tienen que realizar. Cuando sea necesario, explica nuevamente.</p>
<p>E: Identificar, recolectar y registrar datos</p> <p>F: Identificar y clasificar</p> <p>G: Evaluar los datos obtenidos y modificar la acción en consecuencia</p>	<p>Resolución del problema</p>	<p>Cuando todos tengan claro el problema, los equipos deberán buscar las respuestas que requieren.</p> <p>Es importante que todos los integrantes estén inmersos en el problema.</p> <p>Dependiendo del avance del equipo, realiza preguntas pertinentes que ayuden a los equipos a resolver el reto.</p> <p>C: ¿Por qué ponen la plastilina de esa manera en el agua?</p> <p>Si prueban poniendo la plastilina en el agua de diferentes maneras:</p> <p>D: ¿Qué pasa si ponen la plastilina lenta o rápidamente en el agua?</p> <p>En caso de que hagan diferentes figuras o formas con la plastilina:</p> <p>D: ¿Por qué están haciendo diferentes formas?</p> <p>G: ¿Todas las figuras que prueban flotan en el agua?</p> <p>G: ¿Qué forma les funciona mejor? ¿Qué podrían modificar para que flote?</p> <p>Si están comparando formas:</p> <p>D: ¿Por qué comparan esas formas?</p> <p>D: ¿Se parecen en algo estas formas?</p> <p>Si los niños están considerando la información que obtuvieron del taller pasado (Flotando sí, flotando no):</p> <p>F: ¿Por qué están probando estas ideas?</p> <p>F: ¿Cómo se relaciona el taller pasado con esto?</p> <p>En caso de que estén probando el reto 2 y 3, puedes realizar las siguientes preguntas:</p>

		<p>D: ¿Qué pasa si unen toda la plastilina del equipo y la ponen en el agua? C: ¿Harán las mismas ensayos que hicieron con la media barra de plastilina ahora que tienen toda la plastilina junta? C: ¿Cómo formarán ese objeto que, aunque lo sumerjan, no se hunda?</p> <p>Escucha los comentarios y las respuestas que dan los niños, las sugerencias que tienen, las dudas que expresan, y de acuerdo a ello fomenta la reflexión o la realización de alguna prueba.</p> <p>Pide a los alumnos que después de hacer sus ensayos, recojan el material con el que trabajaron y se sienten en círculo.</p>
<p><u>III. DÁNDOLE SENTIDO</u> Interpretar</p> <p>H: Identificar patrones y relaciones</p> <p>I: Reflexionar sobre los datos obtenidos</p> <p>J: Sugerir posibles explicaciones basadas en las pruebas</p>	<p>Descripción</p>	<p>Es necesario que al dar las explicaciones, los alumnos comenten qué y cómo lo hicieron. Recuerda que debes retomar los registros iniciales que hicieron los niños y a partir de eso iniciar la descripción.</p> <p>Estas preguntas te servirán para orientar los comentarios de los niños: K: ¿Cómo lograron que la plastilina flotara? K: ¿Qué ensayos hicieron y por qué? K: ¿Qué modificaciones hicieron y por qué? J: ¿Sus predicciones iniciales coincidieron con los resultados que obtuvieron? I: ¿Les costó trabajo hacer que la plastilina flotara? ¿Por qué?</p> <p>En caso de que hayan realizado el reto 2 y 3, puedes preguntar a los niños: K: ¿Cómo lograron que toda la plastilina del equipo flotara? I: ¿Les costó trabajo hacer que la plastilina de todo el equipo flotara? ¿Por qué?</p>

<p>K: Detallar la solución para un problema</p>	<p>Explicación</p>	<p>Una vez que se haya descrito el trabajo realizado, pide a los alumnos que mencionen: J: ¿Por qué flotó la plastilina? H: ¿De qué depende que la plastilina flote? H: ¿Qué características debe tener la plastilina para que flote?</p> <p>En caso de que hayan realizado el reto 2 y 3, puedes preguntar a los niños: J: ¿Por qué flotó junta toda la plastilina del equipo? H: ¿De qué depende que, aunque sea mucha, la plastilina flote? J: ¿Por qué flotó el objeto de plastilina aunque lo sumergieran en el agua? H: ¿De qué depende que el objeto flotara aunque lo sumergieran?</p> <p><u>¿Qué ideas de sus compañeros les ayudaron a pensar las cosas de otra manera?</u> <u>¿Por qué?</u> <u>¿Cambió alguna idea después de la actividad?</u></p>
	<p>Registro y reflexión</p>	<p>Pide a los alumnos que describan en su libreta la actividad realizada. Pueden ser los resultados, sus ideas y pensamientos al respecto. También lo que les pareció sobresaliente, así como los problemas que se presentaron, su resolución y las nuevas ideas que surgieron del experimento.</p> <p>Las opciones para el registro son tres: Narración (escrito), dibujo y esquema.</p>

<p><u>RELACIÓN CON LO COTIDIANO</u></p>	<p>Extensión</p>	<p>Después de haber experimentado y comentado acerca del tema, puedes formular a los niños estas preguntas:</p> <p>¿En qué otro lado han visto que ocurra lo que pasó con la plastilina? ¿Han visto otros objetos con esa misma forma que puedan flotar? ¿Cuáles? ¿Habían intentado hacer flotar otros objetos y les habían cambiado su forma para que flotaran? ¿Con qué otro material se podría hacer lo mismo? ¿Han jugado alguna vez con barquitos de papel? ¿Han intentado hacer barquitos de diferentes formas? ¿Cuáles se hunden y cuáles flotan?</p> <p>Cuando han estado en el mar o en una alberca, ¿han notado algo parecido a lo que hicieron hoy? ¿En qué se parece?</p> <p>Es importante que los niños logren establecer una relación clara entre lo que han trabajado y el ejemplo o la pregunta que se ha decidido explorar. En este sentido conviene explorar una pregunta a la vez, hasta asegurar que tienen clara la conexión de ésta con la actividad.</p>
---	-------------------------	---

Algunas ideas previas que pueden expresar los alumnos:	Los conceptos
<p>Los objetos grandes se hunden. Los objetos chicos flotan. Los objetos pesados se hunden. Los objetos con poco peso flotan. El fondo del agua manda una fuerza a la superficie que hace que floten las cosas. Los barcos no se hunden porque en el mar hay mucha agua. Mientras más agua haya, más probabilidad tiene el objeto de flotar. Mientras menos agua haya, menos probabilidad tiene el objeto de flotar.</p>	<p>La idea central que se analiza en la actividad es que la relación masa/volumen es la que determina si la plastilina flota o se hunde. Por lo general, el tamaño y el peso son características, que por separado, los alumnos consideran relevantes para que un objeto flote o se hunda, y se pierde de vista que la flotación de los cuerpos está determinada por la relación masa/volumen, es decir, la densidad del objeto, donde participan las dos características inicialmente mencionadas. Aunque en este caso no estamos hablando explícitamente de la densidad de los objetos, se centra la atención en la relación masa/volumen que la plastilina debe tener para que logre flotar. La flotabilidad de un objeto depende tanto de la cantidad de materia (masa) como de su tamaño (volumen) y la forma en la que ambas variables se relacionan. El niño puede encontrar ciertas relaciones entre las características (material, tamaño y forma) de los objetos con la propiedad de flotabilidad, como es el hecho de que si el objeto tiene aire adentro, flotará. Es de esperarse mediante esta actividad los estudiantes encuentren que la flotabilidad de un objeto depende tanto de su masa como de su tamaño (volumen) y que pueda encontrar la relación de ciertas características (material y tamaño) de los objetos con la propiedad de flotabilidad.</p>

<p>Secuencia: FLOTABILIDAD Taller: El carga rondanas (T3 de 3) Grados: 1° a 3°</p>		
<p><u>I. PRESENTACIÓN</u></p> <p>Organizar y planear</p> <p>A: Definir el problema e identificar los aspectos relevantes</p> <p>B: Elaborar predicciones y conjeturas</p>	<p>Los materiales</p>	<p>Material por equipo: 1 recipiente de plástico transparente con agua, 1 franela, 1 charola, 80 rondanas de ½ pulgada. 2 hojas de papel aluminio de ½ carta (recuerda que en la caja del tallerista habrá repuestos de papel aluminio).</p> <p>Material por alumno: Cuaderno de registro.</p>
	<p>Organización del grupo</p>	<p>Divide al grupo en equipos y destina a cada uno un área de trabajo. Recuerda que es conveniente organizar los equipos en grupos mixtos (en género y grado), así como separar amistades que puedan distraer al grupo. Pregunta al grupo qué hicieron la sesión pasada, qué les gustó más, o de qué se acuerdan. ¿Recuerdan cómo lograron resolver el reto? ¿Cómo lograron que la plastilina flotara?</p>

	El problema o reto	<p>Una vez organizados los equipos: Presenta los materiales, diciendo a los niños: En esta actividad van a trabajar con 1 recipiente de plástico transparente con agua, rondanas y hojas de papel aluminio.</p> <p>Nuestro reto será averiguar: ¿Cómo armar el mejor carga rondanas con las hojas de aluminio y que aguante el máximo número de rondanas sin hundirse?</p> <p>Cada equipo tendrá que elaborar dos carga rondanas. Recuerde dividir al equipo en dos.</p> <p>Si terminan el reto anterior, puedes proponer el siguiente: Reto 2: ¿Cómo armar el mejor carga rondanas con todo el material del equipo, que aguante el máximo número de rondanas sin hundirse?</p> <p>Comenta a los niños: Antes de comenzar pensemos en lo que pasará: B: ¿Creen que las rondanas puedan flotar en el agua? ¿Y el papel aluminio podrá flotar? Antes de entregar el material a los equipos, pide a los niños que en su cuaderno de registro expliquen cómo armarán el carga rondanas. Podrán escribir un plan de acción o elaborar un dibujo.</p> <p>Menciona a los alumnos que todos los integrantes del equipo deben participar, tanto en la realización de las ensayos, como aportando ideas o sugerencias.</p> <p>Entrega el material a los equipos.</p>
--	---------------------------	---

<p>II. CONSTRUCCIÓN</p> <p>Actuar</p> <p>C: Probar ideas y predicciones</p> <p>D: Identificar y controlar variables</p> <p>E: Identificar, recolectar y registrar datos</p>	<p>Exploración del material</p>	<p>Da libertad a los niños para manipular los objetos, para hacer predicciones y probar ideas.</p> <p>Recorre todos los equipos para identificar si comprenden el problema y conocen cuál es la tarea que tienen que realizar. Cuando sea necesario, explica nuevamente.</p> <p>Revisa constantemente que todos los integrantes del equipo se involucren en la actividad.</p> <p>Verifica que todos los equipos tengan clara la actividad y explica nuevamente cuando sea necesario.</p>
<p>F: Identificar y clasificar</p> <p>G: Evaluar los datos obtenidos y modificar la acción en consecuencia</p>	<p>Resolución del problema</p>	<p>Para resolver el problema, los alumnos deberán probar sus ideas y predicciones.</p> <p>Dependiendo del avance del equipo, realiza preguntas pertinentes que ayuden a los estudiantes a resolver el reto. Por ejemplo:</p> <p>D: ¿Por qué hacen de esa forma el papel?</p> <p>D: ¿Por qué colocan las rondanas en esos lugares?</p> <p>D: ¿Qué pasaría si acomodan las rondanas de otra manera?</p> <p>D: ¿Creen que la distribución de las rondanas influye para que el aluminio flote o se hunda?</p> <p>G: ¿Obtienen los mismos resultados al acomodar de diferente forma las rondanas?, ¿Por qué?, ¿Qué harán para solucionar el problema?</p> <p>G: ¿Obtienen los mismos resultados al acomodar de diferente forma el papel aluminio?, ¿Por qué?, ¿Qué harán para solucionar el problema?</p> <p>Pide a los alumnos que recojan el material con el que trabajaron y que se sienten en círculo.</p>

<p>III. DÁNDOLE SENTIDO</p> <p>Interpretar</p> <p>H: Identificar patrones y relaciones</p> <p>I: Reflexionar sobre los datos obtenidos</p> <p>J: Sugerir posibles explicaciones basadas en la pruebas</p> <p>K: Detallar la solución para un problema</p> <p>L: Utilizar lenguaje:</p>	<p>Descripción</p>	<p>Después de haber resuelto el problema o reto, pide a los niños que respondan las siguientes preguntas:</p> <p>K: ¿Cómo encontraron la solución al problema del primer cargar rondanas? ¿Cómo encontraron la solución para el segundo carga rondanas?</p> <p>K: ¿Cuántas rondanas logró cargar su primer diseño? y ¿Cuántas rondanas logró cargar su segundo diseño?</p> <p>K: ¿Qué forma tenía su primer diseño? ¿Qué forma tenía su segundo diseño?</p> <p>H: ¿Cómo encontraron la forma que debería tener el aluminio para que cargara más rondanas?</p> <p>¿Qué ensayos hicieron y por qué?</p> <p>I: ¿Qué modificaciones hicieron y por qué?</p>
	<p>Explicación</p>	<p>Después de haber finalizado la descripción de la experiencia, pregunta sobre los diseños que tuvieron más éxito y su relación con la cantidad de rondanas que cargaron:</p> <p>J: ¿Qué formas cargaron más rondanas?</p> <p>J: ¿En qué se parecen estas formas?</p> <p>J: ¿Por qué esas formas son las que más rondanas cargaron?</p> <p>J: ¿De qué depende que carguen más rondanas?</p>
	<p>Registro y reflexión</p>	<p>L: Pide a los alumnos que describan en su libreta la experiencia vivida en esta actividad, incluyendo los resultados, sus ideas y pensamientos al respecto. Pueden registrar lo que les pareció sobresaliente, así como los problemas que se presentaron y su resolución. Pueden anotar también las nuevas ideas que surgieron del experimento.</p> <p>Las opciones para el registro son tres: Narración (escrito), dibujo y esquema.</p>

<p><u>RELACIÓN CON LO COTIDIANO</u></p>	<p>Extensión</p>	<p>Después de haber experimentado y comentado acerca del tema, extiende la actividad con un ejercicio adicional.</p> <p>Por ejemplo, puedes preguntar a los alumnos:</p> <p>¿A qué se parece su carga rondanas?</p> <p>¿Creen que su carga rondanas se puede parecer a un barco? ¿En qué se parece?</p> <p>¿Qué otro material podrían usar para armar un carga rondanas? ¿Cómo los construirían?</p> <p>¿Podrían elaborar un juego utilizando lo que aprendieron en este taller?</p> <p>¿Cómo?</p> <p>¿Qué más les gustaría saber acerca del tema?</p>
---	-------------------------	--

<p>Algunas ideas previas que pueden expresar los alumnos:</p>	<p>Los conceptos</p>
<p>Los objetos grandes se hunden. Los objetos chicos flotan. Los objetos pesados se hunden. Los objetos con poco peso flotan. El fondo del agua manda una fuerza a la superficie que hace que floten las cosas. Los barcos no se hunden porque en el mar hay mucha agua. Mientras más agua haya, más probabilidad tiene el objeto de flotar. Mientras menos agua haya, menos probabilidad tiene el objeto de flotar.</p>	<p>Por lo general, el tamaño y el peso son características que, por separado, los alumnos consideran relevantes para que un objeto flote o se hunda, y se pierde de vista que la flotación de los cuerpos depende de su densidad, o sea la relación entre esas dos variables. Por ello, en el primer taller de esta serie nos concentramos en el material con el que estaban hechos los objetos, debido a la relación entre la masa del material y el volumen que ocupaba, los cuales estaban fijos para cada objeto.</p> <p>Ahora, en este taller estamos centrando la atención en qué pasa cuando se modifican las 2 variables que determinan la flotación de un objeto (masa o "cantidad de materia" y volumen o "tamaño"), y también en cómo la distribución de masa puede contribuir a que un objeto flote o se hunda. Los alumnos deberían empezar a percatarse de que la masa no es la única variable responsable de la flotación, sino que la dimensión de los objetos</p>

	<p>también es determinante, reforzando la idea que quedó cuando cambiaban la forma de la plastilina para lograr que flotara (taller 2). Aunque un objeto sea muy masivo, puede llegar a flotar si se distribuye su masa en un volumen lo suficientemente grande, de manera que su densidad sea menor que la del agua. La otra condición es que haya equilibrio en la distribución de masa que está soportando el barco, pues una distribución uniforme evita que el barco se ladee y le entre agua.</p>
--	---