



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO

Aplicación de la metodología ECBI desde la percepción de los docentes en la enseñanza de Ciencia, Tecnología y Ambiente en diferentes prácticas docentes

Tesis para optar por el grado de
Magíster en Educación con mención en currículo

Presentado por:

Esther Eugenia Vadillo Carrasco

Asesora:

Mag. Lileya Manrique Villavicencio

Lima, Perú

2015



*A mi padre y a mis hijos,
que son lo más maravilloso
con lo que Dios me pudo bendecir.*

RESUMEN EJECUTIVO

En el ámbito nacional y mundial existe gran preocupación por la enseñanza de las ciencias; por esto, algunos gobiernos y las academias de ciencias han considerado la necesidad de cambiar el conocimiento y la alfabetización científica a través de la educación, mediante la enseñanza de las ciencias con una metodología innovadora: la *metodología de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación* (ECBI), en la que se involucran los científicos de las áreas de física, química y biología para que se pueda mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias y el aprendizaje de los alumnos. En América Latina se empezó a implementar esta metodología ECBI hacia 1998 y, a partir del año 2004, en el Perú.

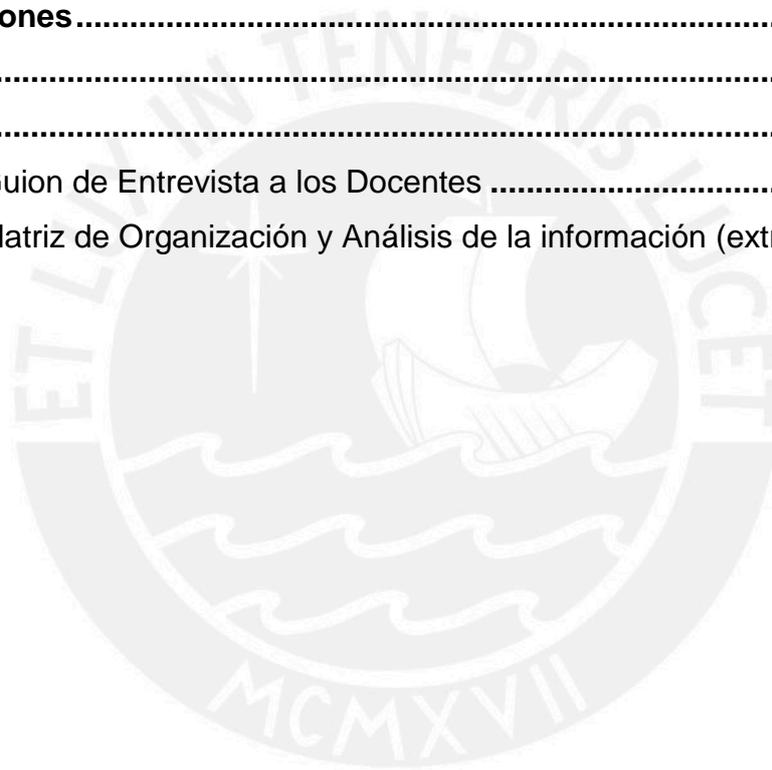
Por esta razón se propuso este estudio para determinar, desde la percepción de los docentes, cómo aplican la metodología ECBI en la enseñanza de las áreas de ciencia, tecnología y ambiente (CTA), e identificar las fortalezas y debilidades de los docentes en el diseño y desarrollo de las experiencias de aprendizaje basadas en esta metodología. Para ello, se realizó el estudio bajo un enfoque cualitativo, a un nivel descriptivo y haciendo uso del método de estudio de caso, ya que se trató de explicar las situaciones, actitudes y percepciones de la práctica docente de los tres docentes de CTA que comprende el caso. Se utilizó la técnica de la entrevista semiestructurada con la cual se obtuvieron los resultados de acuerdo a las categorías antes mencionadas.

Cabe mencionar que los docentes lograron aplicar la metodología ECBI en sus sesiones de clases a pesar de no tener definidas contextualmente las fases. Han logrado dar un giro al papel del docente tradicional ya que, a decir de ellos, se han convertido en guías y asesores. Ellos manifestaron que esta metodología innovadora les permitió adquirir experiencia en la planificación de sus sesiones de clase, en la elaboración de sus guías de actividad, en la selección de los temas actuales, y en la utilización de recursos y materiales en el contexto del lugar donde se ubican.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
PRIMERA PARTE: MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL	4
CAPÍTULO 1: ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL SIGLO XXI.....	4
1.1. Por qué y para qué se debe enseñar ciencia y tecnología	5
1.2. Alfabetización científica como respuesta a las necesidades de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.....	11
1.3. Enseñanza de las ciencias	13
1.4. Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias	16
1.5. Modelo basado en la indagación	21
CAPÍTULO 2: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN LA INDAGACIÓN (ECBI)	25
2.1. Antecedentes.....	25
2.2. Concepto y objetivos de la metodología ECBI.....	27
2.3. Fases de la metodología ECBI	29
2.4. Principios y componentes de la metodología ECBI	31
2.5. Metodología ECBI en Latinoamérica y en el Perú	37
SEGUNDA PARTE: DISEÑO METODOLÓGICO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
CAPÍTULO 1: DISEÑO METODOLÓGICO.....	43
1.1. Enfoque y nivel	43
1.2. Método de investigación	44
1.3. Objetivos de investigación	44
1.4. Categorías de investigación	44
1.4.1. Categorías 1: aplicación de la metodología ECBI	45
1.4.2. Categorías 2: fortalezas y debilidades al aplicar la metodología ECBI	47
1.5. Criterios para la Descripción del Caso.....	47
1.6. Técnica e Instrumento de Recojo de Información	48
1.7. Organización y Análisis de la Información	50

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
2.1. Aplicación de la Metodología ECBI	55
2.1.1. Aplicación en el aula (A)	55
2.1.2. Planificación y organización de la clase (P)	60
2.1.3. Materiales y recursos (M).....	65
2.1.4. Conocimiento disciplinar y pedagógico (C)	67
2.1.5. Valoración (V)	71
2.2. Fortalezas y Debilidades de los Docentes al Aplicar la Metodología ECBI ...	74
Conclusiones	78
Recomendaciones	80
Bibliografía	82
Apéndices	86
Apéndice 1: Guion de Entrevista a los Docentes	87
Apéndice 2: Matriz de Organización y Análisis de la información (extracto)	89



INTRODUCCIÓN

Vivimos en la era de la *Sociedad del conocimiento*, en ella la globalización y los grandes cambios científicos y tecnológicos determinan la necesidad de una formación integral del ser humano. Estos cambios cumplen un papel fundamental en el sistema productivo y en la vida cotidiana en general, razón por la cual la población necesita de una cultura científica y tecnológica para aproximarse y comprender la complejidad y globalidad de la realidad contemporánea, así como adquirir habilidades que le permitan desenvolverse en su vida diaria y saber relacionarse con su entorno, con el mundo del trabajo, de la producción y del estudio. Federico Mayor afirmaba en el marco del Proyecto 2000+. La Declaración: “En un mundo modelado en forma creciente por la ciencia y la tecnología, la alfabetización científica y tecnológica constituye una necesidad universal para que las personas no queden alienadas de la sociedad en que viven o abrumadas y desmoralizadas por el cambio” (UNESCO, 1994).

La importancia de la enseñanza de las ciencias en la sociedad actual es hoy plenamente reconocida por los organismos internacionales como el Banco Mundial, la UNESCO, la OCDE y el BID. Este reconocimiento, unido a la creciente preocupación por el fracaso de los alumnos en la adquisición de conocimientos científicos, ha llevado a proponer en los currículos escolares la introducción de la enseñanza de las ciencias a edades más tempranas. Sin embargo, se requieren propuestas de currículos sugerentes sobre todo para la enseñanza obligatoria, que contribuyan al desarrollo de capacidades científicas y promuevan a la vez interés y gusto por su aprendizaje, sin distinción de sexo ni procedencia social.

El estudiante debe aprender a comprender, interpretar y analizar el mundo en que vive, sus propiedades y sus transformaciones (Pozo & Gómez, 1998). Se requiere de un cambio profundo en las metodologías de enseñanza tradicionales

y esto solo podrá alcanzarse con nuevas metodologías que propongan una participación activa del alumno encaminado a desarrollar la capacidad para investigar, y promuevan experiencias que estimulen el pensamiento crítico y de nivel superior. Con ellas los estudiantes desarrollarán su comprensión conceptual y aprenderán más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando investiguen; siempre y cuando haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión (Hodson, en Campanario & Moya, 1999). En el mismo sentido, Verdugo (2003) sugiere un entorno natural para el aprendizaje crítico y una enseñanza de las ciencias basada en la indagación, lo que permita que los alumnos construyan sus conceptos acerca del mundo que los rodea a través de la observación y la exploración.

El *cómo enseñar* es una preocupación constante de los docentes de ciencias ante los problemas que presentan los alumnos: dificultad para adquirir conocimientos científicos así como para utilizar y transferir los mismos a situaciones cotidianas. Por esto, a lo largo de los años, han surgido metodologías innovadoras como respuestas a esta búsqueda de mejorar la enseñanza de las ciencias tales como La main à la pâte (Francia), Proyecto de Alfabetización Científica, Pequeños Científicos (Colombia), La ciencia en tu escuela (México), Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje por casos, Aprendizaje por indagación, The Teacher Scientist Network, Instituto Docente del Exploratum, etc. (Golombek, 2008).

Por esto, se planteó la siguiente interrogante: *¿Cómo, desde su percepción docente, los docentes de secundaria aplican la metodología de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) en las clases de ciencia, tecnología y ambiente (CTA)?*

La respuesta a esta pregunta nos permitirá determinar, desde esta percepción docente, la forma en que los docentes de CTA de secundaria de algunas instituciones de Lima planifican, diseñan y llevan a cabo sus sesiones de aprendizaje utilizando la metodología ECBI; los materiales que utilizan y cómo elaboran sus guías de actividades. Además se identificarán los conocimientos requeridos para el uso de esta metodología y si los docentes están suficientemente preparados en los contenidos, según su percepción docente.

Se consideraron los siguientes objetivos: analizar la aplicación, desde la percepción de los docentes, de la metodología ECBI en la enseñanza de CTA e identificar fortalezas y debilidades de los docentes que aplican dicha metodología.

La investigación fue de tipo cualitativa y de nivel descriptivo. Según Vasilachis (2007), la investigación cualitativa permite comprender, describir y explicar los fenómenos que se van a observar; el nivel descriptivo posibilita llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, procesos y personas.

El método utilizado fue el estudio de casos, herramienta que mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado; un grupo de tres docentes que enseñan CTA conforman nuestro caso. Se trata de una forma esencial de observación para el área de educación, desarrollo tecnológico e investigaciones (Yin en Martínez, 2006).

Se espera que esta investigación aporte recomendaciones acerca de cómo mejorar la enseñanza de las ciencias mediante el uso de la metodología indagatoria para que se pueda conseguir el aprendizaje significativo en los alumnos y elevar el interés por el estudio de las ciencias, lo que redundará en el progreso de la sociedad y el desarrollo socioeconómico. Esta investigación se alinea en la Maestría en Educación con mención en currículo, en el eje de Diseño y desarrollo curricular, subtema: La participación del docente en el diseño y desarrollo curricular.

Este informe final de investigación está estructurado en dos partes. La primera corresponde al marco teórico y contextual; en ella se da cuenta del desarrollo histórico de la metodología ECBI en el ámbito latinoamericano y peruano; comprende dos capítulos: la enseñanza de la ciencia y tecnología en el siglo XXI y la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI). La segunda parte presenta los aspectos metodológicos que permitieron recoger y analizar la información; sus dos capítulos son el diseño metodológico y el análisis de resultados. Luego se exponen conclusiones y recomendaciones frutos del desarrollo de esta investigación; y finalmente los apéndices.

PRIMERA PARTE

MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

CAPÍTULO 1: ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL SIGLO XXI

El desarrollo económico de un país se mide en función de su avance científico y tecnológico: a más tecnología, mayor es el poder económico. Por ello, esta sociedad, llamada *sociedad del conocimiento* demanda la formación integral y humanista de las personas para poder vencer las brechas de injusticia social existentes entre los ciudadanos y, así, se puedan resolver con el conocimiento científico y tecnológico los diversos problemas generados por el desarrollo económico e industrial.

Este capítulo, Enseñanza de la Ciencia y Tecnología en el Siglo XXI, consta de cinco subcapítulos, en los cuales se planteará un análisis de este tema. En primer lugar, se revisará la situación de la enseñanza de las ciencias para conocer los aciertos así como las deficiencias y entender “por qué y para qué se debe enseñar ciencia y tecnología” como un factor importante en el progreso y desarrollo económico de un país, no solo por el anhelo de conocimiento sino en la búsqueda de la equidad social a través de la alfabetización científica de los ciudadanos. En el segundo apartado se ahondará en la alfabetización científica, como respuesta a las necesidades de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, requerimiento esencial para que las personas puedan involucrarse en la solución de los problemas que afectan a la sociedad en todos sus aspectos. A continuación se trata sobre la enseñanza de la ciencia. Luego nos referimos a los diferentes modelos didácticos y las nuevas estrategias que se han utilizado en términos generales. Por último, se presentará el modelo de indagación en forma general.

1.1. Por qué y para qué se debe enseñar ciencia y tecnología

La actual *sociedad del conocimiento* requiere de nuevos profesionales que puedan desarrollar competencias, actitudes y habilidades para responder a los problemas y situaciones de incertidumbre que se originan como consecuencia de esta sociedad.

La enseñanza de ciencias en los países de América Latina y el Caribe (ALC) se encuentra en crisis desde hace muchas décadas a pesar de la implementación de políticas destinadas a promoverla. La OEA y la UNESCO han desempeñado un papel muy importante en el diseño de políticas científicas y tecnológicas adoptadas por América Latina. En 1968, la OEA creó el Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (PRDCYT) con el fin de reforzar la estructura técnica y científica, desarrollar la capacidad de crear tecnologías propias adaptadas a las condiciones de la región, lograr autonomía científica y técnica, y promover su integración al servicio de los países latinoamericanos.

En consecuencia, en 1970, el Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura (CIECC) encomendó la realización de la Conferencia Especializada para la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en América Latina (CACTAL) que produjo el documento *Consenso de Brasilia*, en el cual los gobiernos latinoamericanos tomaban conciencia sobre la importancia del conocimiento científico y tecnológico y, por ende, surgió el primer Plan Integrado de Ciencia y Tecnología para América Latina (PLANICYT) en el año 1972.

En Iberoamérica se creó también en 1984 el programa iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), cuyo objetivo se centraba en fomentar la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico para la obtención de resultados transferibles a los sistemas productivos y a las políticas sociales. En él, a partir de 1991 actúan como observadores los siguientes organismos internacionales: OEA, BID, CEPAL, SECAB y UNESCO (Albornoz, 2002).

En los países de América Latina y el Caribe (ALC) existe una grave situación de fracaso en la calidad educativa de las ciencias al mismo tiempo que crece el desinterés y el rechazo de los alumnos hacia la propia ciencia. La mayoría de los países de ALC no cuenta con las herramientas necesarias para que los jóvenes desarrollen conocimientos básicos en estas áreas, por lo que no se los está preparando para responder a las exigencias de una economía globalizada. Las metas de aprendizaje básico y los contenidos de la enseñanza

de matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe (ALC) suelen estar desfasados con respecto de la creciente demanda global por habilidades y conocimientos que caracteriza el siglo XXI. Esto limita las oportunidades de aprendizaje y frena el desarrollo del potencial de los estudiantes.

Existen factores que determinan esta problemática, entre ellos se pueden citar: *deficiencias curriculares* en los sistemas educativos de ALC, pues la mayoría de sus currículos no contribuyen al desarrollo de capacidades científicas, en ellos los términos con que se formulan las metas de aprendizaje producen ambigüedad, contradicción y dispersión; *materiales de aprendizaje poco exigentes* y *profesores con formación limitada* (su trabajo abarca física, química, biología, tecnología y ambiente, y su formación es limitada en dichas áreas). El tipo de enseñanza que se imparte actualmente en un gran número de aulas se caracteriza por la memorización y reproducción mecánica de conceptos, con poca o incluso errada retroalimentación por parte de los maestros (Cabrol, M., Näslund-Hadley, E., Alfonso, M., Manzano, G. Pérez, M., & Santiago A. , 2011).

Otros factores son la *falta de recursos* tales como infraestructura, materiales de enseñanza y aprendizaje, reactivos, bibliografía, etc.; *falta de capacitación de los profesores*; la *enseñanza tradicional memorística*, lo que junto con *aulas masivas de alumnos* no permiten su participación activa siendo estos simples “observadores”; *ausencia de actividades experimentales* para fortalecer los conceptos teóricos y permitir que los alumnos desarrollen habilidades cognitivas como observación, juicio y análisis crítico; y por último, la *falta de estímulos*; así, los alumnos de primaria se desmotivan, pierden el interés por el estudio de las ciencias y mantienen esa actitud en la secundaria y otros niveles, lo que ocasiona disminución de postulantes para estudios superiores en ciencias y, por ende, carencias en la formación de científicos e investigadores (Vadillo, 2004).

Es primordial formar ciudadanos y, en algunos casos, futuros científicos que sepan desenvolverse en el mundo actual, que conozcan el papel significativo de la ciencia en sus vidas personales, profesionales y en la sociedad; ciudadanos que puedan reflexionar con amplio pensamiento crítico en los temas relacionados con la ciencia, tecnología y el medio ambiente. Será necesario enseñar a entender y comprender los problemas que se presentan en nuestro entorno a todos los ciudadanos para lograr su participación en la toma de decisiones, a través de la mejora de la educación científica de toda la población, la cual se debe

iniciar desde la etapa escolar inicial y de esta forma contribuir a cambiar la imagen de las ciencias como abstracta e inalcanzable a todos los estratos sociales y convertirla en parte de nuestra cultura.

Es importante el conocimiento de las ciencias y la tecnología pues nos permite investigar lo que la naturaleza proporciona a través de sus recursos naturales sin dañarla y sin destruir al planeta, porque las personas necesitan sentir que poseen algún control sobre la selección y el mantenimiento de la tecnología que utilizan en sus vidas (Claxton en Niedo & Macedo, 1997); para entender que la calidad de vida puede mejorar con las innovaciones, investigaciones y adelantos científicos en los campos de la industria, medicina, salud, higiene, alimentación, agricultura, etc. (Niedo & Macedo, 1997).

Cambiar la realidad de la educación en ciencias es una exigencia que no solo responde a la preocupación de que los estudiantes no las aprenden y lleguen a los estudios superiores con bases exiguas y con poco interés para seguir carreras de ciencias. Debe responder también al rompimiento de la brecha de la desigualdad social, acabar con la exclusión, terminar con el monopolio del conocimiento asociado a la concentración del poder de algunos países desarrollados, esto es posible a través de la educación y, en particular, de la educación científica y tecnológica (UNESCO, 2005).

Se ha mencionado la importancia de la enseñanza de la ciencia y tecnología para los países, por esto los gobiernos han asumido este compromiso y han formulado políticas nacionales que se traducen en acuerdos, proyectos, documentos, planes y leyes para apoyar y fomentar la ciencia y tecnología como un factor importante del progreso económico. Todos los ciudadanos deben desarrollar sus habilidades para entender los conceptos, comprobar la validez de las leyes, distinguir entre ciencia, técnica y tecnología, realizar experimentos que ayuden a probar las hipótesis a partir de la observación continua y a lo largo de toda la vida, “Science for development, to uplift human dignity everywhere, science for peace and democracy building, science with women, science in the community, science offering that solutions that our society and our planet so urgently need”¹ (Mayor, en UNESCO, 2000).

¹ Ciencia para el desarrollo, que eleve la dignidad humana en todas partes, ciencia para la paz y la construcción de la democracia, ciencia con mujeres, ciencia en la comunidad, ciencia que ofrezca

El Perú, un país con diversidad geográfica, genética y cultural, cuenta con la mayoría de las especies a nivel mundial en flora y fauna, con ecosistemas continental y marítimo, y con recursos naturales diversos y en abundancia (CEPLÁN, 2011), por lo que es muy importante desarrollar el conocimiento y las competencias científicas y tecnológicas nacionales; concertar políticas, estrategias y acuerdos para estar a la par frente al avance de los países industrializados por la posesión de los recursos de la biodiversidad; y emplazar el aprovechamiento de lo que se posee para beneficio prioritario de los ciudadanos. Las diferentes regiones del país comparten demandas primordiales y proyectos educativos relacionados a los temas de ciencia y tecnología. En ciencia, aspectos relacionados al medio ambiente, la producción, el uso de los recursos naturales, la biodiversidad, el desarrollo sostenible, la genética para el desarrollo humano y el estilo de vida. Mientras se busca el desarrollo de acciones que permitan emprender, usar, perfeccionar e innovar tecnologías que proporcionen el progreso económico de las regiones por medio del fomento de la investigación científica y tecnológica.

En respuesta a estas necesidades se han establecido políticas nacionales en nuestro país a través del gobierno, preocupado por el aspecto educativo de las ciencias y la tecnología. En 1968 se creó el Consejo Nacional de Investigaciones (CONI) que asumió la responsabilidad de promover y liderar el desarrollo de la CTI (ciencia, tecnología e innovación).

La articulación buscada no se logró por la restringida participación del sector privado. En 1981 mediante el DL 112, el CONI pasó a ser el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), pero del mismo modo no se obtuvo una eficiente articulación con el sector privado, y no hubo esfuerzo alguno para devolver a las universidades la capacidad de investigación gravemente debilitada durante la década de los setenta. De 1985 a 1990, los fondos asignados al CONCYTEC se incrementaron pero no se logró generar un impacto significativo en el desarrollo del país. Se formularon los Lineamientos de Política Científica y Tecnológica para el mediano plazo (1986-1990) especificando objetivos, políticas, prioridades, programas y proyectos de ciencia y tecnología (MINEDU, 2006).

las soluciones que nuestra sociedad y nuestro planeta requieren con mucha urgencia (Mayor, en UNESCO, 2000).

En los noventa, la política de ajuste estructural y el régimen autoritario deterioraron aún más las condiciones para las actividades y producción de ciencia, tecnología e innovación. Al empezar el nuevo siglo, se producen cambios importantes en el papel del Estado y, consecuentemente, en su estructura: el CONCYTEC y todos los organismos de CTI del país se orientan como eficientes promotores del desarrollo integral. Así, en junio de 2002, en cumplimiento de la Ley 27690, el CONCYTEC presentó el Plan Nacional de Emergencia en Apoyo de la Ciencia, Tecnología e Innovación, con el respaldo de sectores del gobierno, empresa privada, universidades, instituciones científicas y colegios profesionales. Sobre esta base se formó en 2005 una comisión para formular un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI), que fue concretado en 2006 cuando se formuló el Plan Nacional PNCTI de largo plazo (2006-2021).

Se diseñaron y ejecutaron estrategias para apoyar el desarrollo sostenible del país, el progreso de las capacidades científico-tecnológicas que promuevan el liderazgo, el trabajo en equipo y la alta productividad con el objetivo de lograr la competitividad que el país requiere. Este depende de una cultura de innovación, ciencia y tecnología que sea extendida en todos los niveles de educación (inicial, primaria, secundaria, superior universitaria y no universitaria); una cultura que promueva el hábito de aprender a aprender desde pequeños e impulsar la investigación científica para promover el crecimiento económico del país. Ejemplos de estas estrategias son la formación y capacitación de profesores idóneos en la especialidad, la realización de convenios con las universidades para apoyar las investigaciones docentes, el fortalecimiento de alianzas con el sector empresarial para realizar trabajos en conjunto, el análisis y evaluación de los diseños curriculares en el área de ciencia. En fin, se ha realizado un esfuerzo en diversos recursos que permitan los objetivos propuestos; los resultados esperados de estas políticas dependen en parte del apoyo económico que proponga el Estado para la mejora de la educación (MINEDU, 2006). Asimismo, se dispone de otras políticas dictaminadas por la Ley General de Educación, la Constitución Política y otros expuestos en la Tabla 1.

Constitución Política del Perú 1993

Artículo 14. Es deber del Estado promover el desarrollo científico y tecnológico del país.

Ley General de Educación - Capítulo V

El Rol del Estado

Artículo 21°. Función del Estado

c) Promover el desarrollo científico y tecnológico en las instituciones educativas de todo el país y la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso educativo.

d) Reconocer e incentivar la innovación e investigación que realizan las instituciones públicas y privadas.

Acuerdo Nacional. Vigésima política de Estado

Desarrollo de la ciencia y la tecnología

El Estado promoverá en toda la población, particularmente en la juventud y la niñez, la creatividad, el método experimental, el razonamiento crítico y lógico, así como el afecto por la naturaleza y la sociedad, mediante los medios de comunicación.

Proyecto Educativo Nacional (PEN)

Objetivo estratégico 2 - Resultado 1

Política 5

5.1. Establecer un marco curricular nacional orientado a objetivos nacionales compartidos, unificadores y cuyos ejes principales incluyan la interculturalidad y la formación de ciudadanos, en la perspectiva de una formación en ciencia tecnología e innovación.

Política Nacional del Ambiente (PNA)

Objetivo

Mejorar la calidad de vida de la personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo, y el desarrollo sostenible del país, mediante la protección, prevención y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

Plan Bicentenario (2011) - Política 9 - Innovación y Tecnología

Impulsar la construcción de una cultura científica y tecnológica nacional que aliente la creatividad, la investigación científica, el desarrollo tecnológico y que favorezca la socialización y la apropiación de la ciencia, la tecnología y la innovación, con miras a ser parte de la sociedad del conocimiento.

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la competitividad y el desarrollo humano (PNCTI) 2006

Objetivo 2

Impulsar la investigación científica y tecnológica orientada a la solución de problemas y satisfacción de demandas en las áreas estratégicas prioritarias del país.

Propuestas de políticas de educación del Consejo Nacional de Educación

Educación y Producción 2011-2016

Desarrollar progresivamente en el sistema educativo estrategias programas y experiencias que contribuyan a asegurar la articulación entre educación, investigación, ciencia, tecnología, trabajo y producción, así como a hacer de la educación un efectivo medio para lograr un país de emprendedores, inclusivo y competitivo.

Tabla 1. Políticas peruanas para promover la educación en ciencia y tecnología.

Adaptación de: MINEDU (2013).

El Perú se ha propuesto la mejora de la calidad, la eficiencia y la equidad de la educación en ciencia y tecnología; en ese contexto el MINEDU ha elaborado las *Rutas del aprendizaje* (ver págs.40, 68) como una herramienta que ayuda a los docentes de ciencia y tecnología. Se ha establecido como enfoque la indagación científica basada en el constructivismo. Esta perspectiva toma del concepto vigotskiano de zona de desarrollo próximo que la labor de la educación científica

es lograr que los estudiantes construyan, en los diferentes espacios de aprendizaje, actitudes, procedimientos y conceptos que, por sí mismos, no lograrían elaborar en contextos cotidianos.

1.2. Alfabetización científica como respuesta a las necesidades de enseñanza-aprendizaje de las ciencias

Debido a la trascendencia de la enseñanza de las ciencias en la sociedad actual, surge el término *alfabetización científica* como un elemento imperante en todas las culturas para mejorar el conocimiento y saber científico de las personas, para que de este modo puedan participar en la toma de decisiones de la vida en su sociedad.

En 1996, en los National Science Education Standards, auspiciados por el National Research Council (1996), se mostraba en la primera página:

En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural. (Gil-Pérez, 2005)

El hecho de alfabetizar científicamente significa enseñar ciencias a todos sin excepción alguna y debe estar ligado a los principios educativos de equidad. En consecuencia, la enseñanza de las ciencias en todo nivel debe ser accesible, interesante y significativa para cada alumno; debe regirse por un currículo en común y ser obligatoria para todas las escuelas y para todo el alumnado sin marginación ni discriminación, con consideración a la diversidad cultural y hacia quienes está orientado. El currículo deberá contar con las mismas finalidades educativas, las que se referirán a experiencias significativas en ciencias y actividades científicas que permitan conseguir grados de alfabetización científica. En la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, se declaró:

It is more than ever necessary to develop and expand science literacy in all cultures and all sectors of society as well as reasoning ability and skills and an appreciation of ethical values, so as to improve public participation in decision-making related to the

application of new knowledge.² (Declaración de Budapest, en Unesco, 2000)

Asímismo se consideraba que era necesario una “Science education, in the broad sense, without discrimination and encompassing all levels and modalities, is a fundamental prerequisite for democracy and for ensuring sustainable development”³ (UNESCO, 2000).

Por su parte, Reid y Hodson (Gil-Pérez, 2005) proponen que una educación dirigida hacia una cultura científica básica debería contener ocho componentes relacionados con respecto al estudio de las ciencias, los cuales se presentan en la Tabla 2.

1. Conocimientos de la ciencia
2. Aplicaciones del conocimiento científico
3. Habilidades y tácticas de la ciencia
4. Resolución de problemas
5. Interacción con la tecnología
6. Cuestiones socio-económico-políticas y ético-morales
7. Historia y desarrollo de la ciencia y la tecnología.
8. Estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica

Tabla 2. Componentes básicos de una cultura científica según Reid y Hodson.
Adaptación de: Reid y Hodson (Gil-Pérez, 2005).

De acuerdo con los informes de la UNESCO y la OEA en 2003 era necesario alfabetizar científicamente para poder leer y entender información científica y tecnológica; conocer mejor las teorías científicas y la historia de las

² Ahora más que nunca es necesario desarrollar y difundir conocimientos científicos en todas las culturas y todos los sectores de la sociedad así como las capacidades y habilidades de razonamiento y una apreciación de los valores éticos, para mejorar la participación pública en la toma de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos. (Declaración de Budapest, en Unesco, 2000)

³ Una enseñanza científica, en sentido general, sin discriminación y que abarque todos los niveles y modalidades, es un requisito fundamental para la democracia y el desarrollo sustentable seguro (UNESCO, 2000).

disciplinas, de la ética y el control científico, la naturaleza del trabajo científico y la interdependencia entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS); entender y resolver los problemas que se presentan a diario; acceder a los estudios superiores y estudiar una carrera de ciencias (García & Cauch, 2008).

La NSTA (National Science Teachers Association) define a una *persona alfabetizada científicamente* como aquella que utiliza las habilidades científicas y las competencias necesarias para controlar la ciencia y la tecnología a través de los recursos tecnológicos, que conoce las limitaciones y los usos de la misma para el bienestar humano y que posee una amplia visión del mundo.

En el contexto de la evaluación PISA, una persona alfabetizada científicamente requiere desarrollar la competencia científica mediante la cual pueda conseguir una serie de habilidades como identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos, sacar conclusiones, comprender la ciencia como materia de conocimiento e investigación; entender que deben estar implicados en la toma de decisiones de los problemas de nuestro mundo y en la forma de vida en todos los aspectos y que debe estar dispuesto a involucrarse en la solución de los temas con pensamiento crítico y reflexivo (González, C., Martínez, T., Martínez, C., Cueva, K., & Muñoz, L., 2009).

Por su parte Bybee expresa que el propósito de la alfabetización científica es el entendimiento de las implicaciones de la ciencia y sus aplicaciones en la experiencia social. La ciencia desempeña un papel tan importante que las decisiones en las áreas económica, política y personal no se pueden tomar sin considerar la ciencia y tecnología involucradas (MINEDU, 2013).

Por lo tanto, la alfabetización científica es una necesidad imperiosa, ya que es decisiva la participación ciudadana en la toma de decisiones e implica a la persona en la solución de los problemas de la sociedad. Esta participación debe tener una mínima formación científica para que se pueda comprender el problema desde una mirada científica y evitar la complejidad del mismo, de esta manera los ciudadanos pueden hablar del cambio climático o del efecto invernadero en un lenguaje sencillo.

1.3. Enseñanza de las ciencias

Para Golombek (2008), la ciencia es una manera (hay muchas) de mirar el mundo, una forma de dar explicaciones naturales a los fenómenos que suceden en el entorno, de entender y explicar a través de preguntas y cuestionamientos

para satisfacer nuestra curiosidad, y está al alcance de todos. “Es una actitud, gramaticalmente sería más interesante considerarla un verbo y no un sustantivo; *un hacer cosas*, preguntas, experimentos”. Por lo tanto, la ciencia es una actitud indagadora que surge cuando no se aceptan fácilmente las explicaciones, cuando se cuestiona; es aquí donde interviene la ciencia: ayuda a comprender el mundo, a tomar decisiones y a cambiar, si es posible, algunas situaciones para formar mejores personas.

Por su parte, Furman (2008) propone una analogía de la ciencia como una moneda. Una de sus caras es de proceso y la otra de producto. La más utilizada, la cara del producto, considera a la ciencia como el fruto de muchos años de estudio de hechos (las explicaciones que los científicos han ido construyendo), es decir, los conceptos, que a su vez se organizan en marcos teóricos para darle sentido y coherencia. Esto da lugar a los conceptos científicos que mediante las observaciones han podido explicar y sustentar las leyes y teorías que tratan de entender en forma general cómo se producen los fenómenos en la naturaleza.

La otra cara, la del proceso, es la más importante pero a la vez la ausente, se relaciona con la manera en que los científicos generan conocimiento. ¿Cómo se descubrieron? ¿Qué leyes lo sustentan? ¿Se puede comprobar? En términos de enseñanza, se puede comparar esta cara del proceso, con las herramientas fundamentales llamadas competencias que en su conjunto forman el pensamiento científico. Podemos mencionar algunas de estas competencias: observar, describir, comparar y clasificar, formular preguntas, proponer hipótesis, predecir, diseñar experimentos, analizar resultados, proponer explicaciones, buscar e interpretar información científica de textos y otras fuentes y, por último, argumentar.

Un punto importante que implica una serie de cuestionamientos hasta la actualidad es cómo desarrollar el pensamiento científico en el aula. Tradicionalmente la ciencia se ha enseñado como un conjunto de hechos evidentes y leyes que ya existen, no problemáticos y listos para ser divulgado, por lo que los alumnos tienen una idea equivocada del proceso científico y les parece difícil y poco accesible. Por esto, para los autores de *La ciencia en el aula* se deben incorporar determinados aspectos al trabajo científico en el aula.

El *aspecto empírico*, que plantea que la ciencia y sus fenómenos se entienden a través de las observaciones y los experimentos. Se debe

experimentar en forma directa y no copiar los fenómenos de estudio de manera que se promueva la observación y la formulación de preguntas a partir de lo que se ve y se tiene a la mano. El *aspecto metodológico*, que está relacionado con los procedimientos para encontrar las respuestas, cómo se realizan los experimentos, cómo se reproducen, hacer preguntas, verificarlas, interpretar los resultados y generar nuevas pregunta (método científico). El *aspecto abstracto* porque la ciencia propone, a partir de evidencias experimentales, leyes y teorías que dan sentido a los fenómenos que ocurren y son observados mediante actividades en las que los alumnos construyen modelos desde su propia experiencia.

El *aspecto social*, que está referido al hecho de que la persona vive en sociedad y construye el conocimiento en forma colaborativa a través de grupos de trabajo, congresos, publicaciones y que a su vez está influenciada por los contextos (político, religioso, económico, filosófico) en que se desarrolla; y por último, el *aspecto contra intuitivo* que tiene que ver con la idea de que muchas veces las explicaciones científicas de lo que vemos superan a nuestro sentido común y hasta lo contradicen rotundamente, ya que las concepciones previas de los alumnos, muchas veces están equivocadas y se deben realizar experiencias que las contradigan para ayudarlos a construir la explicación científica y correcta de los fenómenos (Golombek, 2008).

En 1986, la UNESCO realizó un estudio internacional para determinar la situación en que se encontraba la enseñanza de las ciencias, las matemáticas y la tecnología. Con respecto a las ciencias, se apreciaba en los currículos de enseñanza secundaria, pero en muy pocos casos en la enseñanza básica. Esta observación es muy importante pues la formación científica es indispensable para formar a un ciudadano y debería estar incorporada en la educación básica, que es el nivel al que todos tienen acceso. En cuanto a la tecnología, su enseñanza está prácticamente ausente y existe confusión entre tecnología y enseñanza técnica.

Desde hace ya varios años los responsables políticos se preocupan por la educación e impulsan acciones que permitan adecuar la oferta educativa a los requerimientos de la sociedad de la información y el conocimiento, si bien no todos los países son conscientes de este problema. Una referencia importante es que esta inquietud no necesariamente es de las autoridades educativas o de los profesores de ciencias; en muchos casos son los propios científicos los que reaccionan y, en otros, se trata de iniciativas que proviene del ámbito de la

educación no-formal o iniciativas de empresarios que actúan en el área de las ciencias (OEI, 2010).

Un ejemplo interesante es el programa “La Main à la Pate” (“con las manos en la masa”). Fue iniciado en Francia en 1996, por iniciativa de Georges Charpak, y los doctores Pierre Lena, Yves Quéré y la Academia de ciencias francesa e inspirado en las ideas de Leon Lederman; con el propósito de renovar la enseñanza de ciencias y de tecnología al nivel de la escuela primaria, favoreciendo una enseñanza basada en la metodología de la investigación científica (La main à la pâte Foundation).

La renovación de las metodologías de enseñanza de las ciencias está hoy a la orden del día y su objetivo se orienta a promover una educación que permita comprender la complejidad. Edgar Morin supone que las personas capaces de comprender la complejidad actúan de manera más responsable y consciente que aquellas que tienden a fragmentar la realidad (Tedesco en Gordillo, 2009).

Puede plantearse que en la medida en que se innove la forma de enseñar ciencias, el alumno logrará el conocimiento científico que le permitirá el cambio de la sociedad de su país; pero esto dependerá de la forma como las entidades educativas se comprometan y las políticas que se implementen y ejecuten para conseguir estos objetivos.

1.4. Modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias

Los modelos didácticos son herramientas docentes para la enseñanza en el aula, recursos para el desarrollo técnico y la fundamentación científica de la enseñanza que, basados en supuestos científicos, ideológicos y sociales, interpretan la realidad y la dirigen hacia determinados fines educativos.

El *qué enseñar*, el *cuándo enseñar* y el *cómo enseñar* son aspectos relacionados que deben ser coherentes entre sí cuando se trata de educar en ciencias. El *cómo enseñar* siempre ha sido una preocupación constante para los docentes ya que deben considerar la diversidad, la heterogeneidad de los contextos, el ritmo y los diferentes estilos de aprendizaje que los alumnos poseen para adquirir conocimientos científicos y aplicarlos a las situaciones cotidianas; por ello existen diversos métodos didácticos para enseñar ciencias que se han ido adecuando a través del tiempo de acuerdo a las necesidades de cada caso. Es difícil caracterizarlos a todos pero se han propuesto aproximaciones de diversas formas.

García (2000) realizó un estudio para el Proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar) en el que presenta un análisis histórico de los modelos didácticos de las escuelas de España para la enseñanza de las ciencias y que se utilizaban hasta antes del siglo XXI. Se presentan en la Tabla 3.

Aspecto	Modelo Didáctico Tradicional	Modelo Didáctico Tecnológico	Modelo Didáctico Espontaneísta	Modelo Didáctico Alternativo
Para qué enseñar	Transmitir información fundamental del tema, son importantes los contenidos, la concepción epistemológica de la ciencia como un cuerpo ya terminado, objetivo, absoluto y verdadero.	Proporcionar una formación moderna y eficaz en la cual son importantes los objetivos. La experiencia es la fuente del conocimiento científico.	Educación sobre lo que sucede en el entorno. La realidad es tomada como problema y factor importante.	Lograr que el alumno enriquezca su conocimiento y pueda elaborar modelos complejos. Lograr entender y actuar sobre los problemas que afectan a la sociedad.
Qué enseñar	Información de carácter conceptual.	Contenidos, conceptos y procedimientos preparados por los profesores. Se da cierta relevancia a las destrezas.	Contenidos de la realidad. Desarrollar destrezas, actitudes y habilidades. Alfabetización científica.	Construcción del conocimiento tanto disciplinares, cotidianos, problemática social, ambiental; conocimiento metadisciplinar.
Cómo enseñar	Transmisión oral. Lección magistral. Repetición de lo enseñado. Utilización del libro de texto como recurso fundamental. El alumno es un agente pasivo, solo debe escuchar, estudiar y reproducir estos conocimientos.	Exposición oral. Actividades programadas y dirigidas por el docente. El alumno realiza las actividades programadas y en forma sistemática utilizando como estrategias el descubrimiento dirigido y en ocasiones el descubrimiento autónomo.	Basada en el aprendizaje por descubrimiento espontáneo por parte del alumno. Él es quien realiza una serie de actividades en forma grupal, es el actor principal. El docente coordina y guía.	Basada en la investigación del alumno tanto en forma individual como grupal. El alumno es constructor de su conocimiento Y trabaja mediante la resolución de problemas. El docente es investigador y coordinador.
Evaluación	Centrada en exámenes, obtención de un producto y recordar contenidos.	Centrada en el producto y proceso, en la medición de aprendizajes, test inicial y test final.	Centrada en las destrezas y actitudes de los alumnos. Observación directa y análisis de trabajos grupales.	Centrada en la evolución de la construcción del conocimiento, de la actuación del profesor y del desarrollo del proyecto. Se utilizan herramientas de seguimiento como fichas, diarios, observaciones, etc. Hay una retroalimentación a medida de lo que se va consiguiendo.

Tabla 3. Modelos didácticos de enseñanza de las ciencias. Adaptación de: García (2000).

Estos modelos didácticos son los siguientes: *modelo tradicional*, caracterizado por la transmisión de contenidos que son solo información más que conceptos y teorías, el docente posee todo el conocimiento y no se consideran los conocimientos de los alumnos; *modelo tecnológico*, contenidos vinculados a problemas sociales, mide el aprendizaje sobre la base de conductas observables, otorga importancia a las habilidades, actitudes y destrezas de los alumnos; *modelo espontaneísta*, propone educar al alumno mediante el conocimiento de su realidad y su entorno, emplea la observación, la búsqueda de información y el descubrimiento; y por último el *modelo alternativo*, que tiene como finalidad que el alumno se enriquezca de conocimiento usando el pensamiento crítico y complejo de la realidad y participando en forma responsable en la solución de los problemas de la sociedad.

Por su parte, Niedo y Macedo (1997) describen algunos modelos didácticos en relación a las concepciones epistemológicas y psicopedagógicas que les sirven de fundamento y que coinciden en su mayoría con la caracterización que hizo Ruiz (2007), se consideran la concepción de la ciencia, del estudiante, del docente y de las estrategias utilizadas; se muestran en la Tabla 4.

Modelos	Ciencia	Estudiante	Docente	Estrategias utilizadas
Expositivo de transmisión verbal	Conocimiento acabado, absoluto y verdadero que se va conformando acumulativamente.	Agente pasivo, adquiere los conocimientos por transmisión oral que se van agregando en forma acumulativa mediante procesos de captación, atención, retención y fijación de los contenidos.	Él posee el conocimiento. Debe tener el conocimiento de la estructura de la disciplina y la capacidad para transmitirla siguiendo su lógica.	La lección magistral, la repetición de lo enseñado y el uso del libro como recurso fundamental.
Modelo por descubrimiento	La experiencia es la fuente fundamental del conocimiento científico.	Agente activo, adquiere los conocimientos en forma autónoma mediante la observación y la experimentación.	Es el coordinador quien debe planificar una serie de experiencias para que el estudiante pueda descubrir los conocimientos.	Procedimientos del método científico y destrezas como observación, planteamiento de hipótesis y experimentación.
Modelo de recepción significativa	Ciencia se va formulando mediante un desarrollo progresivo de conceptos que se van concretando según un proceso de diferenciación progresiva.	Debe tener la habilidad de procesar, asimilar y retener la información; relacionar las nuevas estructuras con las previas, tener buena disposición para el aprendizaje y una memoria a largo plazo.	Es el guía en el proceso de enseñanza-aprendizaje, utiliza la explicación y la aplicación de los organizadores previos.	Da importancia a los contenidos e introduce la técnica de los mapas conceptuales como ayuda en el aprendizaje.
Modelo de cambio conceptual	Se valora los conocimientos previos pero a la vez se introduce el conflicto cognitivo para generar nuevos conocimientos.	Sujeto activo de su cambio conceptual, conoce sus limitaciones y construye de esta forma, una concepción del mundo cercana a la concepción de los científicos.	Es el que planifica las situaciones o conflictos cognitivos para que se produzcan los eventos por lo que debe conocer las ideas previas de los alumnos.	Los libros de texto y la meta cognición juegan un papel importante puesto que es a la vez un medio para que tenga lugar el cambio conceptual.
Modelo por investigación	La ciencia es una construcción social en la que se reconoce una estructura interna en donde hay problemas de orden científicos.	Genera el conflicto cognitivo que le permitirá replantear el problema y generar nueva hipótesis.	Plantea problemas que pertenezcan al entorno y ambiente socioeconómico del educando promoviendo actitudes positivas hacia la ciencia y actitudes científicas.	Uso del razonamiento, argumentación, experimentación, comunicación, reflexión y el análisis crítico.
Modelo por miniproyectos	Ciencia dinámica influenciada por el contexto del sujeto que la construye.	Sujeto activo promotor de su propio aprendizaje que puede realizar y desarrollar procedimientos para obtener resultados por medio de la experimentación.	Guía y asesora, orienta las discusiones y análisis de los conocimientos de los alumnos para el logro de la solución del problema.	Procedimientos para la formulación de objetivos, problemas a desarrollar, argumentación, análisis y reflexión teórica, evaluación y meta cognición.

Tabla 4. Modelos didácticos de enseñanza de las ciencias naturales.
Adaptación de: Nieda y Macedo (1997); Ruiz (2007).

En esta demanda de nuevas formas para la mejora de la enseñanza de las ciencias, se han considerado modelos pedagógicos que están relacionados con el

cambio conceptual y la reestructuración del conocimiento de los alumnos. Se presentan en la Tabla 5.

MODELO SEGÚN:	ETAPAS DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS			
Barnes 1976	1. Enfoque El docente presenta conocimientos preliminares a los alumnos.	2. Exploración Discusión, experimentación.	3. Reorganización Elaboración del trabajo con las pautas indicadas por el profesor.	4. Comunicación Se comunican los resultados a los demás grupos generando nuevas discusiones.
Karplus 1977	1. Exploración Los alumnos aprenden a través de sus acciones y reacciones.	2. Explicación El docente introduce y explica el concepto.	3. Aplicación El concepto se aplica a las nuevas situaciones. El aprendizaje se logra mediante la repetición y práctica.	
Nussbaum y Novick 1981	1. Explicitación Reconocimiento de ideas previas.	2. Conflicto conceptual Surge la insatisfacción o contradicción.	3. Acomodación cognitiva Para dar solución al problema.	
Renner 1982	1. Experiencias Se proporcionan al alumno las experiencias que debe aprender.	2. Interpretación El alumno se familiariza con la terminología específica.	3. Elaboración Los alumnos elaboran sus nuevos conceptos.	
Driver y Oldham 1986	1. Orientación y motivación Los estudiantes son motivados y se despierta el interés por el tema.	2. Elicitación de ideas Revisan, discuten y presentan sus ideas.	3. Reestructuración de ideas Se promueve el conflicto cognitivo a través de intercambio de ideas entre alumnos.	4. Aplicación y revisión Utilización de sus ideas en diferentes contextos. La fase de revisión les permite reconocer cómo han cambiado sus ideas.

Tabla 5. Modelos pedagógicos según el cambio conceptual de los alumnos. Adaptación de: Sunal (2008); Scott, Asoko y Driver (1998).

Según Barnes, los alumnos necesitan tomar parte importante en la formulación de su conocimiento por lo que deben trabajar en grupos pequeños y así reducir el control de los docentes. Considera cuatro etapas: enfoque, exploración, reorganización y comunicación.

Karplus define el modelo como un proceso de autoregulación, en el cual el alumno elabora sus conceptos, presenta tres etapas: exploración, explicación y aplicación (Sunal, 2008).

Por su parte, Nussbaum y Novick (Scott, Asoko & Driver, 1998) introducen el conflicto cognitivo de Ausubel para el aprendizaje de las ciencias, también

presentan tres etapas: explicitación, conflicto conceptual y acomodación cognitiva, al igual que Renner y Karpus.

Renner describe el proceso del modelo en forma análoga a un *tour*, en donde el guía es el docente y es el único que posee el conocimiento, sus etapas son tres: experiencias, interpretación y elaboración. Por último, Driver y Oldham (en Sunal, 2008) describen una secuencia de enseñanza usada en el proyecto de investigación y desarrollo Children's Learning-in-Science Project y presentan cuatro etapas: orientación y motivación, elicitación de ideas, reestructuración de ideas, y aplicación y revisión, indican que este modelo es flexible porque varía de acuerdo con las ideas de los estudiantes, con el tiempo y con la forma de aprendizaje.

Los modelos de Renner y Karplus reciben influencia de la teoría del descubrimiento de Piaget.

Como podemos observar, estos modelos pedagógicos tienen como objetivos, el que se produzca un aprendizaje significativo en los alumnos y han ido variando de acuerdo a las necesidades y a las dificultades que presentaban, pasando desde una forma tradicional en la cual el docente era el que trabajaba en forma tradicional (él era el experto), luego por el trabajo en equipo, y por último; la participación activa del alumno y la elaboración de sus conceptos.

1.5. Modelo basado en la indagación

El *modelo por indagación* es una de las últimas metodologías que se ha planteado para la enseñanza de las ciencias. Se basa en las diversas formas en que el científico estudia el mundo natural y luego propone explicaciones basadas en la evidencia. Del mismo modo se pretende que el alumno desarrolle conocimiento y comprensión de las ideas científicas, debe pues pensar como un científico. El alumno utiliza las suposiciones, el pensamiento crítico y lógico desarrollando su comprensión de la ciencia ya que combina el conocimiento científico con las habilidades de razonamiento y pensamiento (Reyes & Padilla, 2012). Este modelo didáctico parte de la idea de que el conocimiento científico no está "ahí afuera", listo para ser descubierto, sino que se va construyendo, por ejemplo, con la confrontación de puntos de vista y con la argumentación sobre la base de evidencias. Así, el conocimiento científico no está acabado, sino en permanente revisión.

Inicialmente, el suizo Johann Heinrich Pestalozzi instituyó una escuela centrada en el aprendizaje basado en las impresiones de los sentidos, la experimentación y el razonamiento sostenidos en el estudio de los fenómenos naturales en sí mismos, en oposición a lo que él llamaba “la repetición vacía de meras palabras” refiriéndose al método tradicional de transmisión y de memorización. Este planteamiento surgió como una reacción frente al modelo de enseñanza tradicional y también al modelo por descubrimiento espontáneo (conocido como *discovery learning*), que asumía que el conocimiento estaba en la misma realidad y que los alumnos, por la simple interacción con los fenómenos, debían aprender las leyes de cómo funciona el mundo (De Boer, Bruner, Porlán, en ANCUSA, 2000).

Indagar es un proceso que viene de la curiosidad para encontrar la solución a un problema que se presenta en el entorno a partir de preguntas y respuestas. El ser humano es curioso por naturaleza, desde niño manifiesta curiosidad por descubrir su entorno utilizando sentidos, observación, recopilación, organización, búsqueda de información, construcción de modelos para comparar con nuevos fenómenos que puede observar.

La indagación se refiere a la búsqueda de la verdad mediante preguntas, muchas veces se compara con la investigación. En la educación se puede aplicar en distintas áreas como historia, geografía, artes, ciencias, matemáticas, tecnología e ingeniería en las cuales se crean nuevos tipos de conocimientos de acuerdo al área. Lo que distingue a la indagación científica de otros métodos es que conduce a la comprensión del mundo natural y artificial a través de la interacción directa con el entorno y con el uso de datos que se van recolectando para usarlos como evidencias y poder explicar los fenómenos y eventos que se presentan en la vida cotidiana (Harlen, 2013).

Es un proceso en que los alumnos son conscientes del aprender a *hacer ciencia* desde un rol de indagadores participativos de la naturaleza. Este *hacer* es un proceso intelectual no físico, que utiliza los saberes previos para obtener nuevos conocimientos junto al reto cognitivo de aprender cosas nuevas (Furman, 2008).

La enseñanza por indagación propone que los alumnos indaguen, guiados por el docente, la construcción de conceptos y estrategias de pensamiento científicos a partir de la exploración sistemática de los fenómenos naturales que

sucedan en el entorno, del trabajo con problemas y del análisis crítico de experiencias similares y de otras fuentes de información, de manera análoga al quehacer científico. El conocimiento científico se va construyendo mediante pasos, no está listo para ser descubierto, sino que poco a poco se va creando y validando a partir de la confrontación de puntos de vista y discusiones con la argumentación sobre la base de evidencias. De este modo, el conocimiento científico no está concluido, sino en permanente revisión.

El planteamiento de Harlen (2012) sobre el proceso de aprendizaje a través de la indagación se puede observar en la Figura 1.

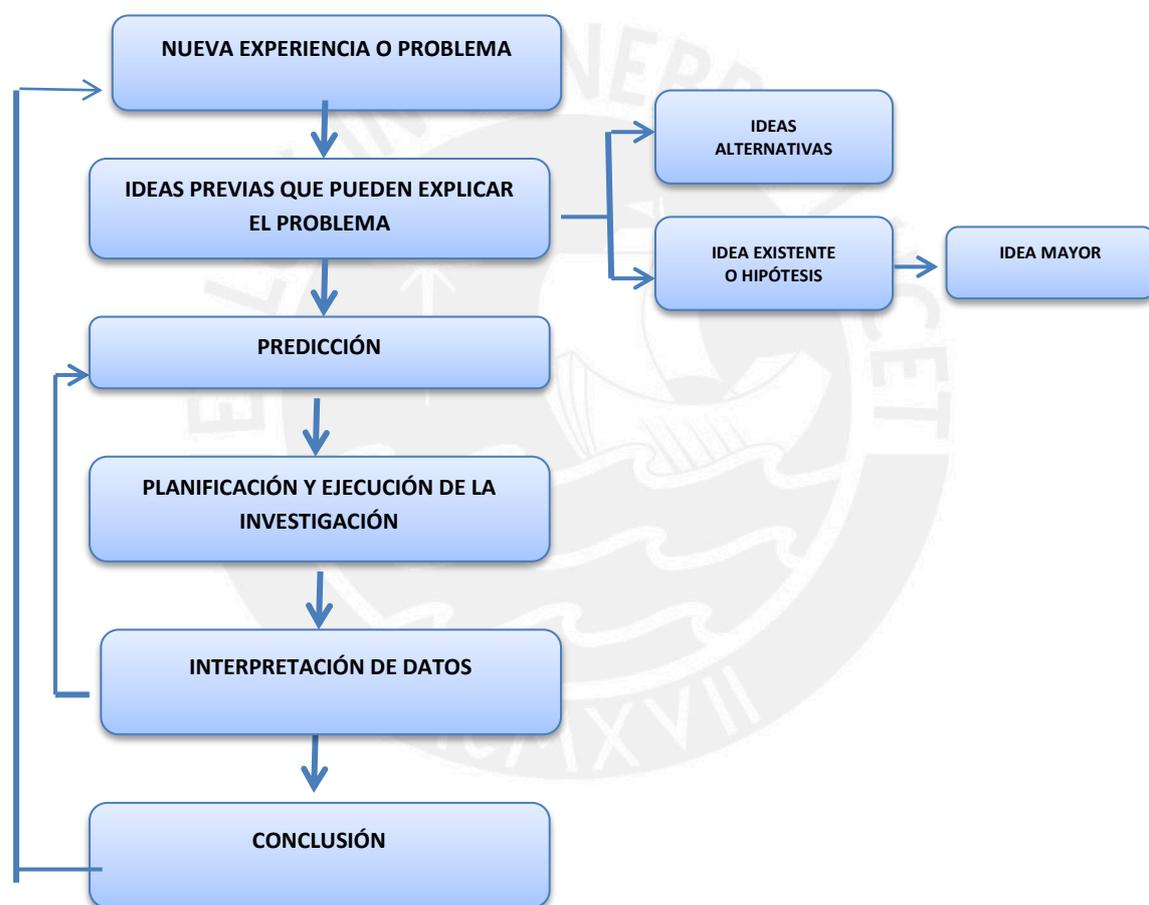


Figura 1. Proceso de indagación.
Adaptación de: Harlen (2012).

La secuencia de este proceso parte de resolver un problema o dar respuesta a una nueva experiencia. Se empieza recordando ideas previas para explicar el fenómeno y cada uno opina, se discute en grupo y se formula una hipótesis. Formulada esta, se procede a predecir y a comprobar si la ideas previas que se utilizan *funcionan*, es decir, si explican el problema y pueden ser usadas

para obtener resultados, luego se analizan y comparan los resultados que pueden ser utilizados y repetidos en varias secuencias.

Con estos resultados se puede llegar a la conclusión del problema inicial, si esta respuesta puede aplicarse en un rango más amplio, se llegará a una idea mayor que será utilizada para explicar otros fenómenos. Puede ocurrir que la idea previa no logre explicar el fenómeno, en tal caso se deben utilizar otras ideas: ideas alternativas.

Podemos concluir que el propósito de este proceso es que el alumno busque explicaciones para que pueda responder y explicar los fenómenos que el mundo le muestra a su alrededor, por lo que es muy importante que se utilicen ciertas habilidades que desarrollen su comprensión científica y que entiendan el significado de una actividad científica.



CAPÍTULO 2: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN LA INDAGACIÓN (ECBI)

El problema de la enseñanza de las ciencias en la educación como un medio de progreso en todos los contextos de un país ha influido globalmente a través de instituciones y organismos científicos en la búsqueda de nuevos modelos de enseñanza. A través de los años, se ha determinado que el principal problema es el ¿Cómo enseñar las ciencias? ¿Qué método utilizar?, y en respuesta a estas interrogantes se ha optado por métodos que han ido cambiando a medida que los científicos tomaron parte en este objetivo y se comprueba que la ciencia puede ser fácil si se aprende como la practica un científico: observando los fenómenos que ocurren alrededor y utilizando la indagación como proceso de construcción de nuevos conocimientos.

Este capítulo consta de cinco apartados. Nos ocuparemos de la metodología indagatoria ECBI como una importante innovación que pretende la mejora de la enseñanza de las ciencias y la formación integral de los alumnos en el Perú, en Latinoamérica y su repercusión internacional. En primer lugar se presentarán los antecedentes, luego el concepto y objetivo de la metodología, sus fases, sus principios y componentes, y por último la metodología ECBI en Latinoamérica y en el Perú.

2.1. Antecedentes

En 1909 el filósofo estadounidense John Dewey cuestionaba que la enseñanza de las ciencias naturales no tomara en cuenta el pensamiento científico y la actitud mental de los alumnos, y solo se acumulara información; por lo que propuso en 1910 que se incluyera la *indagación* como una estrategia de enseñanza y se utilizaran las fases del método científico (observar, preguntar,

formular hipótesis, experimentar y concluir). De esta forma, los estudiantes participaban activamente y el docente cumplía con el rol de guía y facilitador.

En 1966, Schwab propone el uso del laboratorio para estudiar los conceptos científicos junto con la lectura y los reportes de investigación para que se discutan los problemas y se puedan interpretar los datos, se examine el rol de la tecnología, se comprendan las conclusiones alcanzadas por científicos mediante la indagación, y aconseja que los profesores empiecen con experimentos antes de impartir la clase teórica, es decir, que presenten la ciencia con un formato de indagación y que los estudiantes la utilicen para aprender conocimientos de ciencia, por eso llamó a este proceso *Inquiry into inquiry* (indagación dentro de la indagación) (Reyes & Padilla, 2012).

Ese mismo año, se formulan los Estándares Nacionales de la Educación en Ciencias (NSES) y el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos de América define la indagación como una actividad multifacética que involucra realizar observaciones, plantear preguntas, examinar libros y otras fuentes de información para diseñar investigaciones basadas en evidencias experimentales, utilizando herramientas para reunir, analizar e interpretar los datos para proponer respuestas, predecir, explicar y comunicar los resultados. Requiere de suposiciones y el uso del pensamiento crítico y lógico considerando ideas alternativas (NRC en Harlen, 2013).

En 1964, Novak indicó que la indagación involucra una serie de procedimientos para explicar un fenómeno que se desconoce y Rutherford, en ese mismo año, señaló a la indagación como un proceso que terminaba cuando se arribaba a la comprensión del contenido y de los conceptos del fenómeno, para poder usarla en nuevas investigaciones (Reyes & Padilla, 2012).

En 1997, el NSCR (National Science Resources Council) organismo de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos, y el Smithsonian Institution indicaban en el libro *Science for all children* que la educación escolar en ciencias naturales tenía muchas deficiencias que se reflejaban en actitudes tales como que los niños y jóvenes no mostraban interés por los fenómenos u objetos de su entorno, carecían de disposición para motivarse y diseñar experimentos, no utilizaban un pensamiento crítico y de análisis, y ni siquiera pensaban de manera independiente llegando de este modo a no poder resolver problemas que se les presentaban (ANCUSA, 2000)

Por esta razón, Leon Lederman, director de Fermilab en California, y Georges Charpak, de la Academia de Ciencias de Francia, propusieron innovar y realizar un cambio sustancial en la enseñanza de las ciencias en las instituciones educativas, para preparar a los alumnos a enfrentar los nuevos retos de un mundo con muchos cambios producidos por los conocimientos científicos y tecnológicos. Lederman, en 1996, estableció un instituto para la capacitación de docentes en la enseñanza de las ciencias. Del mismo modo, Charpak, colega de Lederman en el CERN (Centre Européen pour la Recherche Nucléaire), junto con Ives Quéré y Pierre Léna, promovió en Francia el programa La main à la pâte, programa cuya meta era lograr la educación científica y tecnológica en la escuela primaria y en el jardín de infantes para favorecer una educación ciudadana implementando el aprendizaje por investigación e indagación desde el inicio de la escolaridad, aprovechando la curiosidad y creatividad de los niños y promoviendo una actitud crítica frente al mundo (Universidad de Los Andes, 2006).

Bybee (2004) explica que la enseñanza y el aprendizaje basados en la indagación deben integrar tres componentes: 1) habilidades 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) (Reyes & Padilla, 2012).

2.2. Concepto y objetivos de la metodología ECBI

La idea central de la metodología indagatoria es propiciar una estrategia de enseñanza y aprendizaje que parte de la observación de la realidad y la interacción con problemas concretos; se propician preguntas referentes a esa realidad, las que promuevan la búsqueda de información y la experimentación y, por ende, la construcción activa del aprendizaje (Uzcategui & Betancourt, 2013). El Programa de Educación en Ciencias del Inter Academy Panel (IAP) inició varios programas piloto en diversos países, IBSE: Inquiry Based Science Education (enseñanza de las ciencias basada en la indagación):

IBSE means students progressively developing key scientific ideas through learning how to investigate and build their knowledge and understanding of the world around. They use skills employed by scientists such as raising questions, collecting data, reasoning and reviewed evidence in the light of what is already known, drawing conclusions and discussing results. This learning process is all supported by an inquiry-based pedagogy, where pedagogy is taken

to mean not only the act of teaching but also its underpinning justifications.⁴ (IAP en Harlen, 2013)

Esta necesidad inevitable de mejorar la educación científica en todos los estratos sociales fue considerada por las más acreditadas redes científicas internacionales, como el Panel Interacadémico (IAP), el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) y el Consejo Interacadémico (IAC). Por este motivo, en el año 2000, en el marco de la Conferencia Transición hacia la Sustentabilidad en el Siglo XXI realizada en Tokio, con la asistencia de 92 academias de la IAP, bajo la premisa de “los científicos deben hacerse responsables y trabajar como socios activos con los sistemas educacionales locales para lograr una educación en ciencias efectiva, estimulante y de alta calidad en todos los niveles” (InterAcademy Panel, en Devés, 2008), es presentada la metodología ECBI por Bruce Alberts (presidente de la National Academy Sciences) y Pierre Lená (astrofísico francés).

A consecuencia de esto, en mayo de 2004, se crea IANAS (Red Interamericana de Academia de Ciencias), con los objetivos principales siguientes:

- Fortalecer la ciencia y la tecnología como herramientas de promoción de la investigación y desarrollo en América.
- Impulsar programas de Educación en Ciencias Basados en Indagación a través de la participación activa de las academias de ciencias y de prominentes científicos de toda América trabajando con profesores y autoridades.

Los miembros de IANAS son las academias de ciencias de Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, México, Nicaragua, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela, el Caribe y la Academia Latinoamericana de Ciencias.

El programa ECBI no solo se desarrolló localmente sino también en el ámbito global, es un programa completo, que propone tareas para el aula, prepara

⁴ ECBI significa que los estudiantes desarrollan progresivamente ideas científicas claves al aprender como investigar y construir su conocimiento y comprensión del mundo que los rodea. Ellos utilizan habilidades empleadas por los científicos tales como hacer preguntas, recoger datos, razonar y revisar evidencia a la luz de lo que ya se conoce, sacar conclusiones y discutir los resultados. Este proceso de aprendizaje está apoyado por una pedagogía basada en la indagación, donde la pedagogía se entiende no solo como el acto de enseñar, sino también como las justificaciones que la sustentan. (IAP en Harlen, 2013)

talleres para docentes, publica documentos y libros, implementa proyectos de colaboración, etc. (Indágala, 2013). En la actualidad muchos países utilizan la metodología ECBI y se emplea una página electrónica llamada INDAGALA que permite el intercambio de los avances entre los países que pertenecen al IANAS.

2.3. Fases de la metodología ECBI

La aplicación de esta metodología requiere de un proceso sistemático para lo cual se requiere en su implementación de elementos y etapas específicas, que también dependen del contexto en que se aplican. Esta metodología se desarrolla en cinco etapas: focalización, exploración, comparación o reflexión, aplicación y evaluación. En el gráfico 1, podemos observar las fases que se realizan de acuerdo al programa que se lleva a cabo en Chile (Ver gráfico 1)

Gráfico 1. Fases de la metodología ECBI



Fuente:
ECBI -Chile

D: Docentes | E: estudiantes

Estas fases, en términos generales se pueden describir de la siguiente manera:

Focalización. Es la etapa más importante, en ella se debe despertar el interés y la motivación de los alumnos sobre un problema. Se trata de presentar un tema cuya problemática se relacione con el objetivo de la actividad. El profesor debe tratar de obtener respuestas individuales por parte de los alumnos y estas deben ser diferentes de un sí o un no, cada alumno puede responder de acuerdo a su criterio. Todas las respuestas son aceptadas, no hay respuestas buenas ni malas. Los alumnos registran todo lo que observan (sus respuestas, sus comentarios y dibujos) en el cuaderno de trabajo que utilizan como material de enseñanza. Luego se les pide que elaboren sus respuestas en forma grupal, con sus argumentos.

Exploración. Esta fase es la que diferencia esta metodología de las otras pues en ella se realiza una actividad experimental con materiales caseros y de fácil acceso. No es necesario disponer de un laboratorio equipado, el salón de clases, el patio, la cocina u otro lugar pueden ser utilizados para la realización de la actividad. Trabajan en grupos pequeños y deben disponer de tiempo para obtener resultados contundentes. En esta fase se propicia el aprendizaje, los alumnos desarrollan su investigación, fundamentan sus ideas y buscan estrategias para el desarrollo de experiencias que los lleven a resultados. Es muy importante la discusión y argumentación de sus conceptos para que puedan construir sus conocimientos.

Comparación o reflexión. En esta fase el alumno participa en forma activa luego de realizar la experiencia, confronta sus resultados con sus predicciones. Formula sus conclusiones respecto al problema. El docente guía y ayuda a la reflexión y el análisis para que puedan llegar a la elaboración de sus resultados y puedan comunicarlos luego en forma oral. El alumno es quien construye su conocimiento en forma autónoma.

Aplicación. Es la etapa en que se aplica el conocimiento formulado para resolver problemas relacionados a eventos cotidianos o realizar investigaciones relacionadas al tema. El alumno enfrenta nuevas situaciones que ayudan a afirmar el aprendizaje y a asociarlo con el acontecer diario. Se generan nuevas investigaciones en se emplea lo aprendido a nuevas situaciones.

Evaluación. Basada en las competencias y habilidades que obtengan los estudiantes para poder ofrecer una retroalimentación y mejora de la metodología. La evaluación es de carácter formativo parcial, lo que permite observar cómo se

transforma el conocimiento desde la focalización, y de tipo sumativa, lo que se puede observar en las narraciones y en los escritos que presentan.

Estas fases dependen del autor y pueden variar de acuerdo al lugar en que se aplican. Por ejemplo, para explicar preconceptos sobre orientaciones espaciales, Mora plantea las fases de motivación (focalización) y exploración, en las que está presente la etapa de reflexión, ya que los estudiantes redactan sus conclusiones mediante preguntas que contestan individualmente en hojas de resultados (Uzcategui & Betancourt, 2013). En el programa ECBI de Venezuela la focalización requiere de un planteamiento del problema por el docente, las predicciones y conocimiento de las concepciones de cada estudiante y una discusión donde todos los estudiantes exponen oralmente sus ideas, y logran contrastarlas con sus compañeros; la exploración la desarrollan de forma libre o dirigida, dependiendo del grado de dificultad; la comparación o reflexión se realiza mediante discusiones dirigidas entre grupos pequeños y la comunicación de los resultados a todos sus compañeros (Bifano y otros, en Uzcategui & Betancourt, 2013). Cada país, las instituciones y el docente pueden modificar la secuencia y el nombre de las etapas, pero básicamente se dirigen al mismo propósito.

2.4. Principios y componentes de la metodología ECBI

La metodología se basa en los diez principios que consigna el proyecto *La main à la pâte* (La mano en la masa) y que presentamos a continuación:

1. Los estudiantes observan un problema que es real y que les resulta familiar. A partir de este problema hacen una investigación que les permite descubrir el conocimiento que se asocia al problema.
2. En el desarrollo de la investigación, los estudiantes van elaborando hipótesis y planteando argumentos con sus propias palabras. Ellos discuten sus ideas y poco a poco construyen su propio conocimiento.
3. Las actividades que desarrollan los estudiantes obedecen a una secuencia que organiza el profesor con el objeto de que el conocimiento que van construyendo esté graduado y debidamente coordinado.
4. Se requiere de varias sesiones semanales para un estudio acabado de un problema en particular. Esto implica que la actividad por realizar no necesariamente esté en el programa de estudio pero sí que esté relacionado o bien que sea parte de él. En todo caso, se puede modificar la duración de las actividades para ocupar más contenidos del programa.

5. Cada estudiante lleva un registro individual: bitácora. En este cuaderno especial el estudiante anota todo lo que observa, concluye y aprende del problema que está estudiando.
6. El objetivo final de toda actividad indagatoria es que el estudiante se apropie, progresivamente, de aprendizajes. Así el aprendizaje les será significativo. En el proceso también habrá consolidación de la expresión oral y escrita en torno a los aprendizajes.
7. En el trabajo de los estudiantes se integrará la familia y la comunidad.
8. Colaborarán con los estudiantes los pares científicos del entorno cercano: universidades, grandes escuelas, otras entidades educacionales.
9. Los centros de formación cercanos a la escuela facilitan a los profesores de la escuela su experiencia en didáctica y en procesos pedagógicos.
10. Los profesores dispondrán en Internet de módulos de actividades basadas en la metodología que puedan implementar en sus clases, también habrá información y respuestas a sus inquietudes. Asimismo podrán participar en redes de profesores que estén trabajando en la misma línea (La main à la pâte Foundation).

El programa es sistémico y con dos ideas centrales. En primer lugar, la innovación en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias necesita no solo de nuevos enfoques curriculares o metodológicos, sino también de otras condiciones que permitan el cambio. En segundo lugar, el paso de una pedagogía de transmisión de contenidos a una de indagación impacta en el sistema escolar promoviendo el liderazgo, la autonomía y el trabajo cooperativo, mediante nuevas formas de relación basadas en el diálogo y el respeto. En su estrategia de implementación se consideran cinco componentes estructurales: currículo, desarrollo profesional, materiales, participación de la comunidad y evaluación.

Currículo. Los contenidos deben estar alineados con el currículo y los docentes desempeñan un papel importante como guías y facilitadores de la indagación, ellos cuentan con los recursos didácticos y con un programa de desarrollo profesional ligado a esos recursos. La formación en el saber pedagógico debe estar vinculada estrechamente a los contenidos.

Desarrollo profesional. Es muy importante que los docentes se formen en esta metodología utilizando la indagación, las actividades de formación deben ser continuas y permanentes, diseñadas para fortalecer las competencias

profesionales de todo el equipo multidisciplinario relacionado con la experiencia en el aula y con hechos que puedan adaptarse a la realidad de la localidad, por lo que debe comprometerse a toda la comunidad.

Materiales. Es necesario contar con los recursos educativos suficientes, por esto se provee para cada unidad didáctica: guía para el docente, guía para el alumno, materiales experimentales. Se espera, en un tiempo prudente, la creación de un centro de recursos en la comunidad o región.

Apoyo administrativo y participación de la comunidad. Una educación de calidad es responsabilidad de todos, por esto se incluye la participación de todos los miembros, autoridades, científicos y la comunidad.

Evaluación. Considera a la escuela como un sistema y se propone un seguimiento a los distintos componentes de la metodología.

La metodología ECBI presenta variantes en cuanto al uso de sus materiales de acuerdo al lugar donde se utiliza. Por ejemplo, elementos como el cuaderno de ciencias, el desarrollo de competencias científicas, el debate y la argumentación, la utilización de documentos pedagógicos validados y estandarizados, no son usados en la misma forma en los diferentes programas aun dentro de un mismo país (La main à la pâte Foundation).

A continuación se muestran diferentes esquemas de la metodología ECBI, según el país que la emplea. El modelo francés representado en la Figura 2, utilizado en Europa, presenta seis procesos clave que se desarrollan en el ciclo o aprendizaje por la indagación según The Fibonacci Project (Artigue, M., Baptist, P., Dillon J., Harlen, W., & Léna, P., 2010).

The diagram shows six key processes that underpin the inquiry process:

1. Co-operating,
2. Discussion,
3. debate,
4. sharing,
5. reflecting and
6. recording⁵

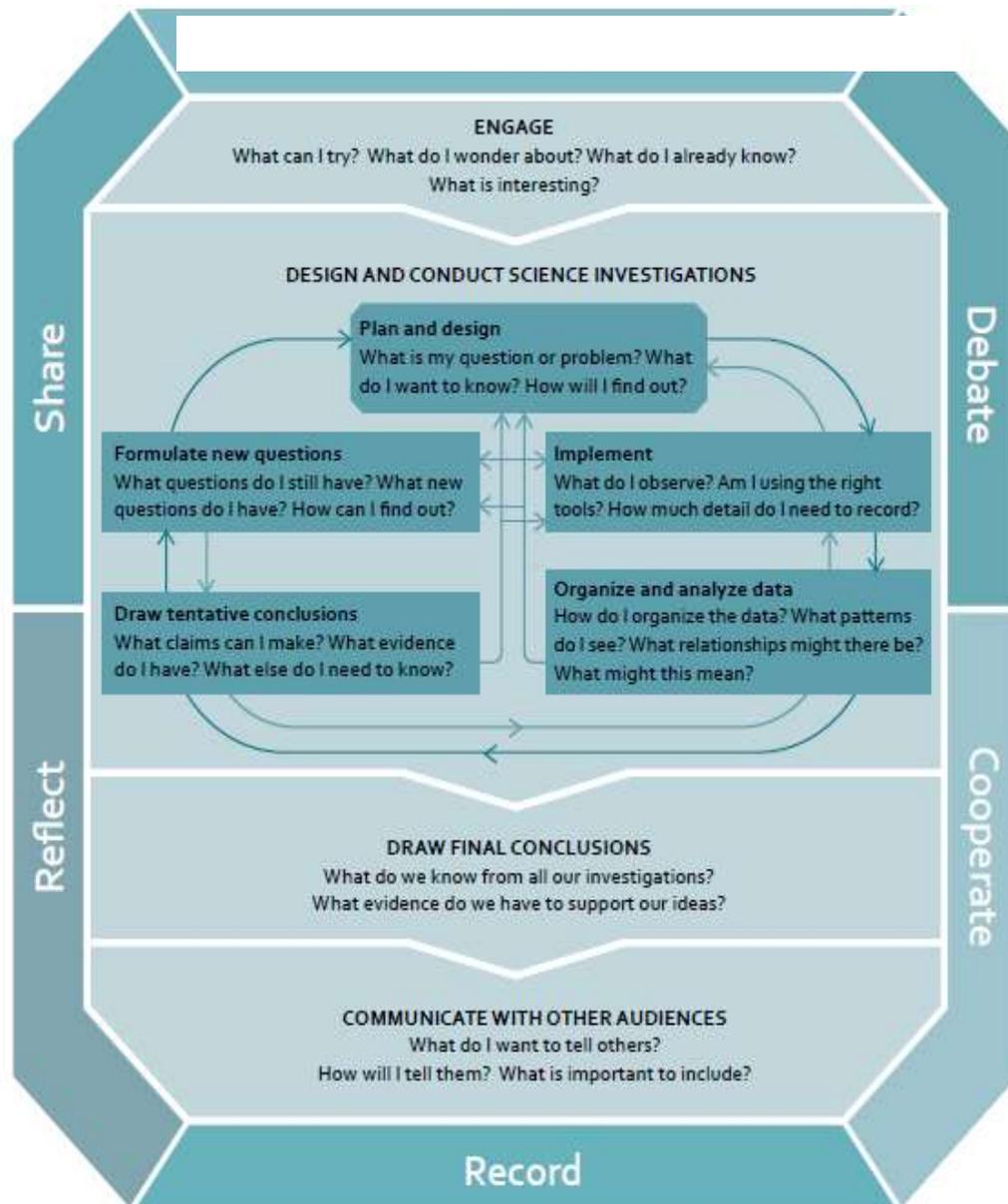


Figura 2. Modelo francés.
Tomado de: The Fibonacci Project (Artigue, et al, 2010).

⁵ El esquema muestra seis procesos claves que sustentan el proceso de indagación: cooperar, discutir, debatir, compartir, reflexionar y registrar.

Según el modelo del National Research Council (NRC), que se utiliza en Norteamérica, se dan cinco procesos para el ciclo, los cuales se pueden observar en la Figura 3.



Figura 3. Modelo según el National Research Council.
Tomado de: Andes (2006).

Worth (2010) propone el siguiente ciclo para la indagación en las ciencias naturales, se presenta en la Figura 4.

YOUNG CHILDREN'S INQUIRY

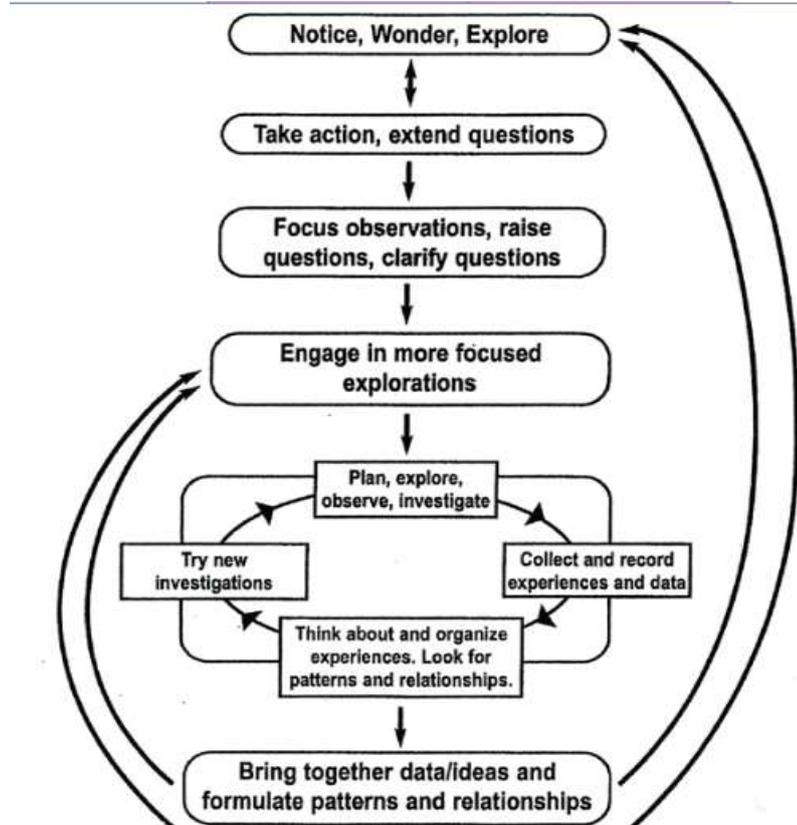


Figura 4. Modelo de indagación según Dyasi y Worth.
Tomado de: Worth (2010).

Es una guía estructurada para el docente y para que pueda facilitar la investigación de sus alumnos.

Scientific inquiry provides the opportunity for children to develop a range of skills, either explicitly or implicitly. The following is one such list: explore objects, materials, and events; raise questions; make careful observations; engage in simple investigations; describe (including shape, size, number), compare, sort, classify, and order; record observations using words, pictures, charts, and graphs; use a variety of simple tools to extend observations; identify patterns and relationships; develop tentative explanations and ideas; work collaboratively with others; share and discuss ideas and listen to new perspectives.⁶ (Worth, 2010)

⁶ La indagación científica proporciona la oportunidad para que los niños desarrollen una serie de habilidades, ya sea explícita o implícitamente. La siguiente es una lista de ellas: explorar objetos, materiales y eventos; plantear preguntas; hacer cuidadosas observaciones; participar en investigaciones sencillas; describir (incluyendo forma, tamaño, número), comparar, organizar, clasificar y ordenar; registrar las observaciones utilizando palabras, fotos, cuadros y gráficos; utilizar una variedad de herramientas simples para extender las observaciones; identificar patrones y relaciones; desarrollar explicaciones tentativas e ideas; trabajar en colaboración con otros; compartir y discutir ideas y escuchar nuevas perspectivas. (Worth, 2010)

Por último se muestra el modelo ECBI y las fases que se utilizan en la mayoría de los países de América Latina. En la Figura 5 se presentan cuatro fases ya explicadas anteriormente.



Figura 5. Modelo ECBI para América Latina.
Tomado de: Andes (2006).

2.5. Metodología ECBI en Latinoamérica y en el Perú

Son muchos los países de América Latina y el Caribe que han adoptado la metodología ECBI para la enseñanza de las ciencias naturales. Colombia fue uno de los primeros en entrar en este movimiento internacional de renovación, después de Estados Unidos y Francia. El proyecto colombiano se inició en 1998 con una pequeña participación de algunos docentes e investigadores en el liceo francés Louis Pasteur, auspiciado por la Universidad de los Andes. Se extendió luego a colegios y escuelas colombianas y se formó una Alianza Estratégica entre Maloka, la Universidad de los Andes y el liceo Louis Pasteur que se denominó Pequeños Científicos. Posteriormente se asoció la Academia de Ciencias de Colombia y se logró formar enlaces que beneficiaron su implementación.

En México, en el año 2002, la Academia Nacional de Ciencias en coordinación con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), la Secretaría de Educación Pública, el Consejo Nacional de Fomento Educativo y el programa Bécalos inició el programa La Ciencia en tu Escuela, con el objetivo de mejorar la formación de los docentes de educación básica y media en matemáticas y ciencias naturales bajo la modalidad de *diplomado*, el cual a partir

de 2012, se imparte en modalidad virtual a través del portal de INDAGALA y cuenta con el apoyo de la UNAM y otras universidades.

En Chile, el año 2002, Jorge Allende, profesor de la Universidad de Chile, implementó el programa ECBI, con el objetivo de fomentar la educación científica, siguiendo los modelos francés y norteamericano, para formar docentes flexibles en la práctica, con reflexión constante, conscientes, con pensamiento creativo y análisis crítico. Desde 2003, se implementó en la educación básica y cuenta con un Consejo Directivo en el que participan representantes de la Academia de Ciencias y de las universidades colaboradoras.

En el Perú se inició en 2004 con el auspicio de IANAS (InterAmerican Network of Academies of Sciences). En 2005 por invitación de IANAS, Bolivia emprende el programa La Ciencia va a la Escuela. En 2006, se empezó en Venezuela en coordinación con la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, la Fundación Empresas Polar, apoyados por la Academia de Ciencias de América Latina y la Embajada de Francia, con el objetivo de fomentar en los niños y niñas la capacidad de explicar mediante la indagación los problemas diarios. Ese mismo año, se implementó en Panamá con el nombre de Hagamos Ciencias un convenio del Ministerio de Educación y de la Secretaría Nacional de Ciencia y de Tecnología. En Argentina, la doctora Norma Sbarbati Nudelman empezó el programa HACE en 2007 con el fin de mejorar la enseñanza de la ciencia y la tecnología en los niveles inicial y primario. Igualmente en Brasil se desarrolla un proyecto denominado ABC en la Educación Científica - Manos en la Masa. Por otra parte, en Guatemala, Costa Rica y República Dominicana, las academias de ciencias han impulsado los programas ECBI para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias y promover la educación científica (Uzcategui & Betancourt, 2013).

El programa ECBI se inició en el Perú en 2004 y su objetivo fue proponer una nueva forma de enseñar ciencia a los niños, utilizando los métodos de la ciencia para explicar los problemas del entorno. Se propuso como metas: a) preparar a un grupo de jóvenes docentes del más alto nivel (con maestría o doctorado), especialistas en matemática y ciencias naturales: biología, física y química, interesados en la educación primaria y secundaria, con el fin de prepararlos en la metodología ECBI, para lo cual se firmó un convenio de colaboración con la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP); b) realizar

cursos interamericanos a fin de que docentes ya preparados con el apoyo de profesores visitantes, organicen talleres en que participen profesores secundarios y primarios (nacionales y extranjeros), para formarlos en la metodología ECBI; y c) establecer planes pilotos en colegios primarios y secundarios por medio de un convenio con la PUCP.

Se inició el Primer Plan Piloto en colegios, sobre la base de **cuaternos**, grupos conformados por un docente de cada una de las áreas de biología, física, química y matemática. Se eligen cuaternos de profesores de educación secundaria, en los colegios del país que ofrecen los niveles de inicial, primaria y secundaria, para que instruyan a los de primaria e inicial y estos apliquen la metodología en sus aulas.

Existen dos tipos de cuaternos. Cuaderno universitario: encargado de organizar talleres, cursos interamericanos y nacionales, así como la elaboración de los módulos. Cuaderno secundario: encargado de enseñar los módulos a los profesores de educación primaria y asesorar, de manera presencial, a estos en el desarrollo de sus clases modelo. Ambos cuaternos están en contacto permanente con el cuaderno universitario que dirige el Punto Focal.

La metodología de trabajo se desarrolla de la siguiente manera. Los cuaternos universitarios se reúnen y deciden la elección de temas que pueden ser enseñados a los niños de los seis grados de educación primaria y cinco años de secundaria, siguiendo el orden en que ellos figuran dentro del currículo oficial del MINEDU. Estos temas deben ser actuales y de relevancia para la sociedad y el ámbito educativo. Una vez decididos los temas, se escriben guías de actividades experimentales por cada especialista relacionado a los temas elegidos, y luego se elabora una actividad que interrelaciona las cuatro especialidades.

Se ofrece un curso de una semana (40 horas) de 8 horas cada día, al cual acceden miembros de los cuaternos de profesores secundarios y algunos maestros primarios invitados, elegidos por su habilidad y compromiso para aplicar las actividades diseñadas con anterioridad en sus respectivas aulas. El curso que se inicia con una presentación de la metodología y los conceptos científicos que intervienen en las actividades que, por lo general, son desconocidos por los maestros primarios e inclusive por los maestros de secundaria. Cada día está a cargo de un especialista y, el último día, se realiza una actividad integradora dirigida por docentes del cuaderno universitario.

En la actualidad existen diez cuaternos universitarios: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho (UNSCH), Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Ancash (UNASAM), Universidad Nacional Santiago de Cajamarca (UNCAJ), Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco (UNSAAC), Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima (UNTECS), Universidad Católica Sedes Sapientae (UCSS) y Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH). Los cuaternos secundarios del país son veintiuno: Lima (5), Amazonas (1), Apurímac (1), Arequipa (1), Ayacucho (2), Huánuco (1), Huaraz (1), Junín (1), La Libertad (1), Lambayeque (1), Chiclayo (1), Moquegua (1), Pasco (1), Piura (1), Tacna (1), Tumbes (1).

Esta metodología se debe considerar como una propuesta de cambio para conseguir una sociedad más justa y participativa mediante el mejoramiento en el sistema educativo y el aprendizaje de los ciudadanos. Con ella se logra un gran impacto en la vida educativa al desarrollar competencias, habilidades y capacidades, lo que contribuye a la transformación que la sociedad necesita.

Ya se mencionó que el MINEDU ha elaborado las *Rutas del aprendizaje* para el curso de Ciencia y Tecnología. En ese documento se asume el enfoque indagatorio para el aprendizaje de la ciencia y la reflexión sobre su práctica. Se pretende que los alumnos aprendan a construir y seguir ciertas reglas, de manera flexible, para generar individualmente y entre pares, nuevas prácticas sociales que los llevarán a enfrentar otros retos y proponer nuevas soluciones. De este modo, el proceso de indagación es considerado según la Figura 6.

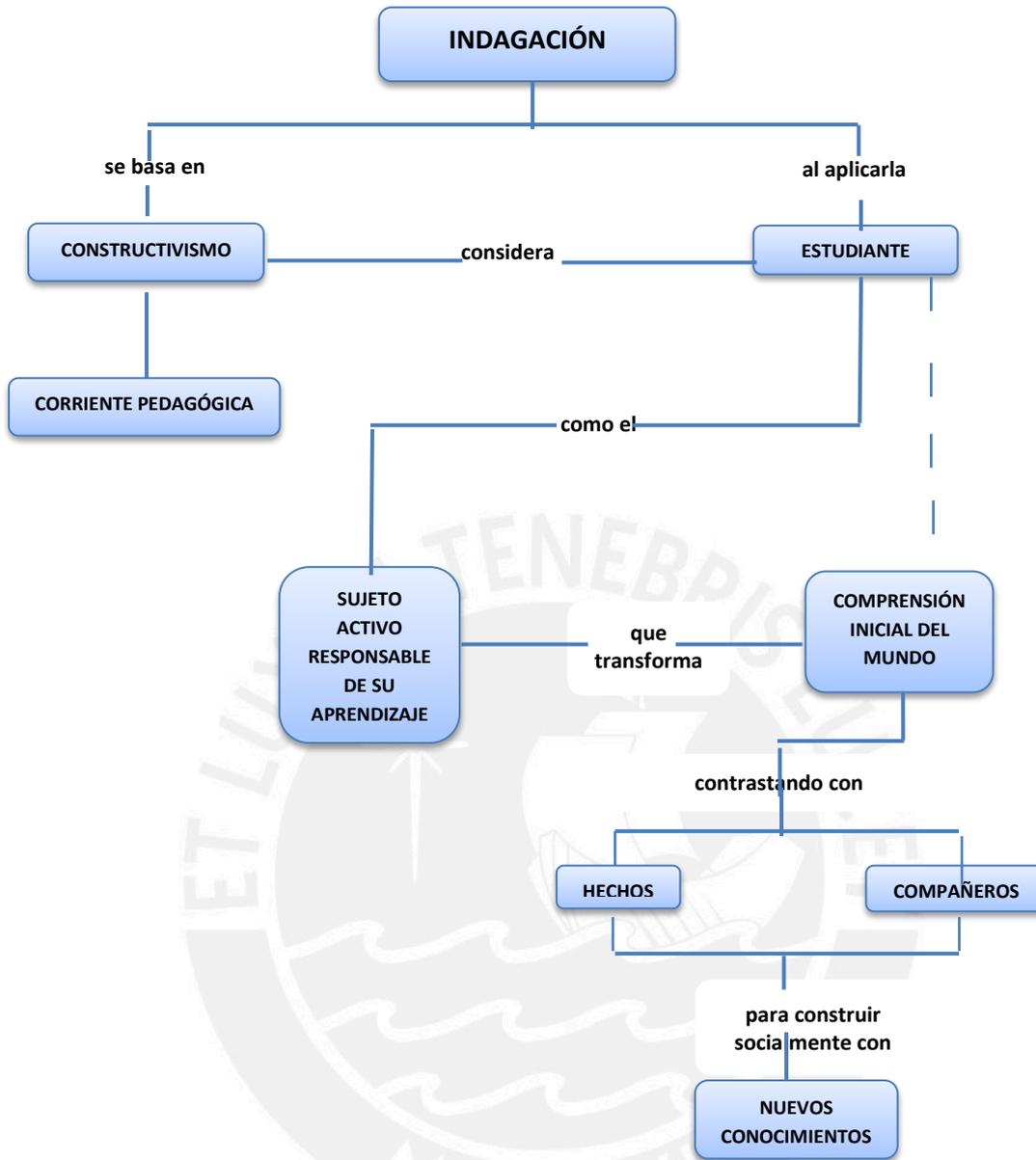


Figura 6. Proceso de indagación.
Tomado de: MINEDU (2013).

Se puede observar que es diferente a la metodología ECBI, ya que no sigue las fases de esta, además se considera como una corriente pedagógica basada en el constructivismo.

La forma como se enseña ciencias según este proceso de indagación referido en las *Rutas del aprendizaje* se presenta en la Figura 7.

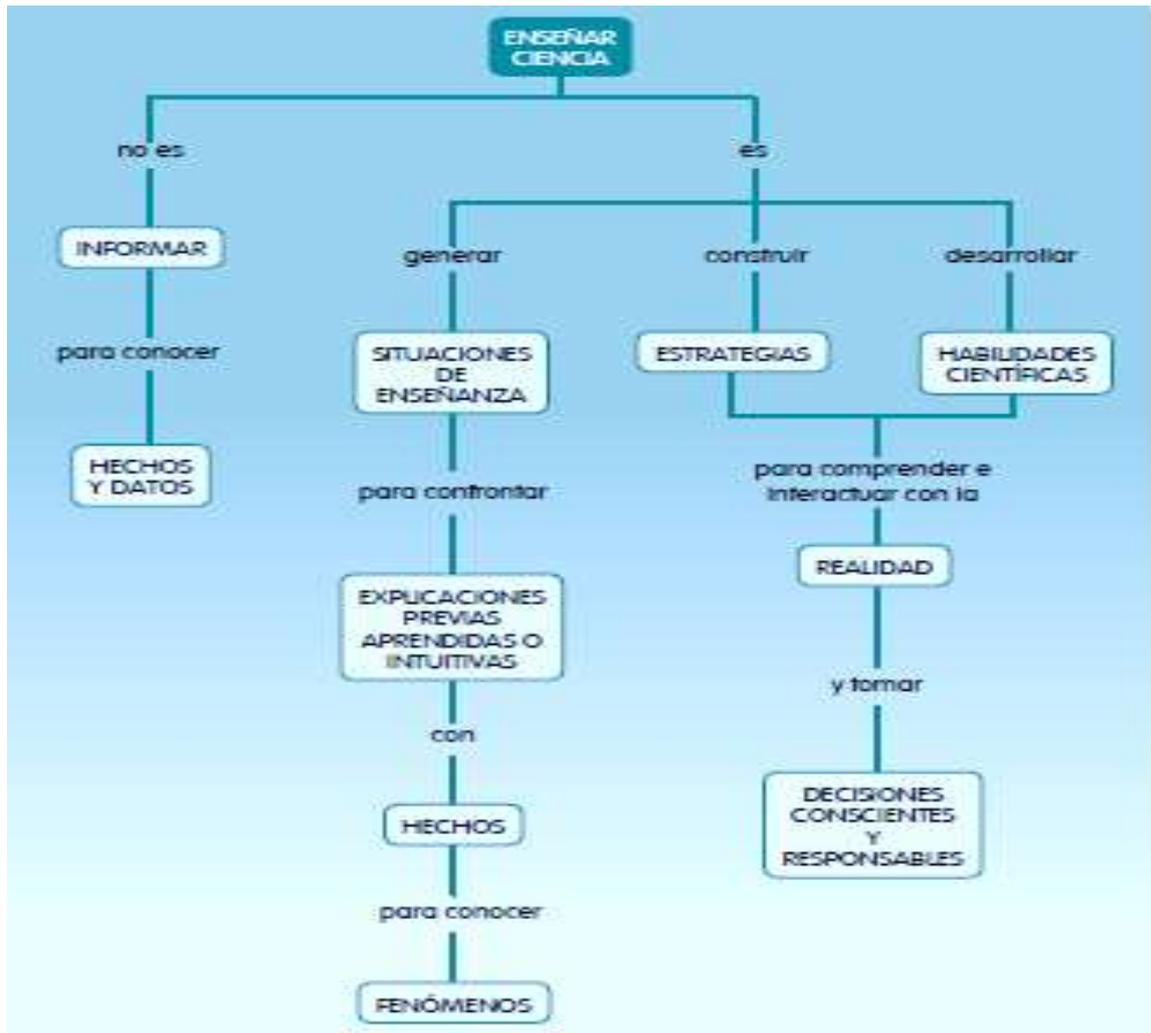


Figura 7. Cómo enseñar ciencias según el enfoque indagatorio de las *Rutas del aprendizaje*. Tomado de: MINEDU (2013).

Significa generar situaciones de enseñanza para que se produzcan diversas oportunidades de confrontación con los hechos y se puedan interpretar los fenómenos que ocurren. También se construyen estrategias y desarrollan habilidades científicas que permiten comprender la realidad diaria y tomar decisiones conscientes y responsables a partir de esa comprensión (MINEDU, 2013).

Se puede concluir que a pesar de utilizar como base la indagación, existen muchas diferencias entre la metodología ECBI y el enfoque indagatorio que propone el MINEDU.

SEGUNDA PARTE

DISEÑO METODOLÓGICO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Esta sección se inicia con un primer capítulo en donde se describe y sustenta el diseño metodológico que se utilizó para el desarrollo y respuesta al problema de la investigación que se planteó sobre la metodología ECBI (Enseñanza de las ciencias basada en la indagación) a partir de la siguiente pregunta ¿Cómo, desde su percepción docente, los docentes de secundaria aplican la metodología de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI) en las clases de ciencia, tecnología y ambiente (CTA)?

En el segundo capítulo se presenta el análisis de los resultados sobre la base de las categorías elaboradas.

CAPÍTULO 1: DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio que se realizó se propuso resolver este problema para lo cual se elaboró el diseño metodológico en el que se presenta el nivel, método y enfoque que se utilizó, presentando los objetivos, categorías y subcategorías, técnicas e instrumento de recojo de la información, la descripción del caso; el diseño, elaboración, validación y aplicación de los instrumentos y, finalmente el tratamiento, procesamiento y análisis de la información obtenida.

1.1. Enfoque y nivel

La presente investigación es cualitativa y de tipo descriptiva. Según Vasilachis (2007), la investigación cualitativa permite comprender, describir y explicar los fenómenos porque se centra en las percepciones, concepciones, ideas y creencias de los sujetos (en nuestro caso, docentes que no son susceptibles de experimentación) y tiene como fin describir un fenómeno educativo como lo es, la aplicación de una nueva metodología de enseñanza, en esta investigación.

Un nivel descriptivo permite llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, procesos y personas, en este caso de un grupo de docentes que representan nuestro estudio de casos, ya que se pretende examinar cómo aplican los docentes la metodología ECBI en la enseñanza de CTA y extraer conclusiones que permitan contribuir a la mejora del docente y de la enseñanza de esa materia con el uso de esta metodología.

1.2. Método de investigación

El método elegido fue el estudio de casos, herramienta que mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado y es una forma esencial de investigación para el área de educación, desarrollo tecnológico e investigaciones (Yin en Martínez, 2006). La estrategia de investigación basada en el estudio de casos difiere de otros métodos en su capacidad para ampliarse y para restringirse por lo que se da la posibilidad de examinar el fenómeno desde múltiples perspectivas (Dooley en Vasilachis, 2007).

Robert Stake (1999) plantea otro acercamiento para definir los estudios de caso. Él no los considera “una opción metodológica pero sí una opción de objeto a ser estudiado”. Más allá, el objeto debe ser una *función específica* (como una persona o aula) pero no una generalidad (como una política).

En nuestra investigación se utilizó el estudio de caso simple, que es un diseño apropiado bajo varias circunstancias. Según Yin (1989), un estudio de caso simple es análogo a un experimento simple, y muchas de las mismas condiciones que también justifican un solo experimento, justifican un estudio de caso simple. En esta investigación los docentes representan un caso único de cómo aplican la metodología en la enseñanza de CTA.

1.3. Objetivos de investigación

La investigación se propuso los siguientes objetivos:

1. Analizar la aplicación, desde la percepción de los docentes, de la metodología ECBI en la enseñanza de CTA.
2. Identificar fortalezas y debilidades de los docentes en el diseño y desarrollo de las experiencias de aprendizaje basadas en la metodología ECBI.

1.4. Categorías de investigación

En este estudio se han definido dos categorías: aplicación de la metodología ECBI y fortalezas y debilidades de los docentes en su práctica docente aplicando esta metodología.

Con respecto a la aplicación de la metodología ECBI se buscó obtener información sobre la utilización de ésta en la enseñanza del curso de Ciencia, Tecnología y Ambiente (CTA), desde la percepción de los docentes. Interesa analizar la forma como el docente percibe su enseñanza utilizando ECBI.

Para esto se consideraron las siguientes subcategorías: aplicación en el aula, planificación, materiales y recursos, conocimiento disciplinar y pedagógico, y valoración. Estos permiten analizar los elementos que se deben tener en cuenta cuando se aplica la metodología ECBI (Tabla 6).

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
1. Aplicación de la metodología ECBI	a. Aplicación en el aula
	b. Planificación y organización de la clase
	c. Materiales y recursos que emplea en la enseñanza
	d. Conocimiento disciplinar y pedagógico del tema
	e. Valoración
2. Fortalezas y debilidades de los docentes en su práctica docente aplicando la metodología ECBI.	a. Aplicación en el aula
	b. Planificación y organización de la clase
	c. Materiales y recursos que emplea en la enseñanza
	d. Conocimiento disciplinar y pedagógico del tema
	e. Valoración

Tabla 6. Categorías y subcategorías.
Elaboración propia.

1.4.1. Categoría 1: aplicación de la metodología ECBI

a. Aplicación en el aula. Involucra la acción del docente bajo la metodología indagatoria en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta acción está orientada por el concepto y finalidad que asume el docente sobre ECBI, así como el uso de la metodología en su práctica y la motivación necesaria que el docente promueve para despertar el interés de los niños.

Por lo mismo, se determinó en esta subcategoría los siguientes ítems: concepto, finalidad, habilidades y competencias científicas, uso de la metodología y la motivación para despertar el interés de los alumnos por parte de los docentes.

De acuerdo al marco teórico, para poder aplicar una metodología como estrategia de enseñanza, el docente debe estar involucrado con la metodología, debe ser reflexivo, activo y abierto al cambio, centrado en transformar su práctica educativa que pueda generar propuesta que se apliquen bajo la metodología indagatoria (CODELCO, en Uzcategui & Betancourt, 2013).

b. Planificación y organización de la clase. Esta actividad es muy importante en la metodología ECBI, es el docente el único responsable de la planificación de su sesión de aprendizaje que conducirá al logro de aprendizajes significativos. Se han considerado a su vez los siguientes ítems: diseño de la sesión, secuencia o fases de la metodología y selección de contenidos.

c. Materiales y recursos. Para las actividades experimentales se requiere que, en el momento de la planificación, el docente determine los recursos y materiales que va a utilizar, que deben ser de fácil acceso y económicos. Los profesores deben diseñar y elaborar las guías de actividades utilizando como objetivos problemas de la realidad donde se encuentren para que puedan aplicarlos a ella. En este caso solo se consideró el ítem disposición y obtención de materiales.

d. Conocimiento disciplinar y pedagógico. Como se dijo anteriormente, el docente debe poseer un amplio conocimiento de la metodología tanto disciplinar como pedagógica, por esto se determinó en este caso los ítems de conocimientos sobre la metodología ECBI y conocimientos de contenidos científicos que poseen los docentes. En esta metodología es muy importante la capacitación y actualización de los docentes en forma continua a través de talleres y acompañamiento pedagógico donde puedan adquirir las competencias necesarias para implementar en sus prácticas pedagógicas, habilidades para trabajar en equipo, la discusión, la observación, argumentación, registro escrito y nociones básicas de experimentación en un marco de aprender haciendo, la dimensión disciplinar y cómo se produce el conocimiento científico.

e. Valoración. Por último se tomó como otra subcategoría la valoración de la metodología ya que era necesario determinar si realmente su aplicación era útil o no en la enseñanza de las ciencias en nuestro sistema educativo, valoración que se tomó en cuenta de acuerdo al aporte que se pudo obtener y a las expectativas que se tuvo con esta metodología ECBI. Es así que en esta

subcategoría se tomaron los ítems: aporte al proceso de enseñanza y expectativas que se tiene de esta metodología.

1.4.2. Categoría 2: fortalezas y debilidades al aplicar la metodología ECBI

Esta categoría nos permitió obtener en forma general y en base a las entrevistas, un diagnóstico de los aciertos y los puntos críticos de los docentes en cuanto a la aplicación de la metodología ECBI en su práctica docente. Las subcategorías y los ítems tomados en cuenta son los mismos de la primera categoría. En la entrevista surgieron categorías emergentes que fueron consideradas como posibles dificultades de los docentes en la aplicación de la metodología.

1.5. Criterios para la descripción del caso

Los docentes que se han incluido para este estudio de caso corresponden al grupo de profesores miembros del cuatreno secundario del Programa ECBI, conformado por los coordinadores del área de Matemáticas, Física, Química y Biología a nivel de todo el país (18 en todo el país, 5 en Lima). Cabe mencionar que no todos sus colegas de sus instituciones enseñan con esta metodología pues algunos son reacios al cambio y prosiguen con la enseñanza tradicional.

Para la selección de los docentes, se hizo una encuesta preliminar considerando ciertas características que ayudaron a la recopilación de la información requerida para este estudio. De los once docentes encuestados de Lima, se optó por tres docentes de nivel secundario, de la especialidad de química y biología ya que el área de CTA corresponde a estas especialidades, y que asistieron por lo menos dos veces a los talleres que se realizaron en el marco del Programa ECBI-Perú.

Cada uno de ellos dicta además, de manera independiente, en diferentes instituciones y desde que se inició el programa, prácticamente no han tenido levantamiento de información alguna que los lleve a examinar su actuación en el mismo. Por esto, entrevistarlos nos permitió obtener información muy valiosa de sus percepciones sobre la aplicación de la metodología ECBI, las debilidades y fortalezas en cuanto a la aplicación y asimismo obtener pautas para la mejora y optimización de la enseñanza del área de CTA y de las ciencias.

El área de CTA tiene por finalidad desarrollar competencias, capacidades, habilidades a través de actividades vivenciales e indagatorias que comprometen procesos de reflexión-acción que los alumnos realizan para poder integrarse a la

sociedad de conocimiento y responder a los retos que esta les presenta. Esto contribuye a la formación integral de la persona como ser humano, en relación con la naturaleza, con la tecnología y con su ambiente, en el marco de una cultura científica brindando alternativas de solución a los problemas actuales para el logro de una mejor calidad de vida. Aborda los temas ejes desde los problemas tecnológicos de impactos sociales y ambientales tales como contaminación ambiental, cambio climático, problemas bioéticos buscando argumentar el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la humanidad. Los conocimientos previstos para el desarrollo del área en el currículo permiten lograr las competencias por lo cual el proceso se realizará a partir de la comprensión de información, la indagación y la experimentación. El área de CTA posee tres organizadores: a) mundo físico, tecnología y ambiente, b) mundo viviente, tecnología y ambiente, y c) salud integral, tecnología y sociedad (MINEDU, 2009).

Tabla 7. Características de los docentes del estudio de caso.

Docente	Grado	Especialidad	Años de servicio	Asistencia a Talleres
D1	Titulada en Educación Secundaria	Química y Biología	25 años de servicio en una institución religiosa para niñas.	Ha asistido a los cursos interamericanos de enseñanza para profesores de educación primaria y secundaria en 2 oportunidades.
D2	Grado de Doctor. Titulada en Educación Secundaria	Química y Biología	Tiene 19 años de servicio y labora en un colegio emblemático para niñas.	Ha asistido a los cursos interamericanos de enseñanza para profesores de educación primaria y secundaria en 2 oportunidades.
D3	Grado de Magíster. Titulada en Educación Secundaria	Química y Biología	30 años de servicio y labora en una institución educativa para niñas.	Ha asistido a los cursos interamericanos de enseñanza para profesores de educación primaria y secundaria en 3 oportunidades.

Tabla 7. Características de los docentes del estudio de caso
Elaboración propia.

1.6. Técnica e instrumento de recojo de información

La técnica que se empleó fue la entrevista semiestructurada que se basa en una guía de preguntas en las cuales el entrevistador puede introducir preguntas adicionales para precisar los conceptos y obtener mayor información sobre los temas deseados. Esta técnica es más flexible y abierta, se define como una reunión para intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) para lograr una construcción conjunta de significados

respecto a un tema (Hernández, Fernández & Baptista, 2003). La entrevista semiestructurada nos permitió recoger información, mediante el diálogo con los docentes, sobre sus opiniones, experiencias y dudas sobre la aplicación de la metodología ECBI.

El instrumento utilizado, fue el guion de la entrevista que permitió obtener de forma fácil la información requerida, ya que es un instrumento que permite la flexibilidad de estar en contacto con los docentes y realizar o no algunas preguntas, de acuerdo a lo que se quiera obtener. Las preguntas que se plantearon buscaron recoger información e iban dirigidas de acuerdo a lo que se quería obtener para las categorías y subcategorías dadas.

Diseño del guion de la entrevista

Para el diseño de la entrevista se tomó en cuenta las categorías y subcategorías que se habían formulado y sobre la base de los ítems considerados se elaboraron las preguntas. El guion tuvo como elementos:

1. Objetivo o propósito: Analizar las percepciones que tienen los docentes sobre la aplicación de la metodología ECBI en sus clases, para poder identificar las fortalezas y debilidades al utilizarla en la enseñanza de CTA.

2. Tipo de Entrevista: Semiestructurada

3. Consideraciones: Se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

Nombre del docente
Especialidad
Fecha
Institución educativa
Lugar
Duración
Tiempo de servicio

4. Preguntas: de acuerdo a las categorías definidas

5. Previsión del tiempo: se tomó un tiempo aproximado de 45 minutos para la toma de información.

6. Listado de temas o ítems de interés: de acuerdo a las categorías y subcategorías formuladas

7. Planteamiento de las preguntas: las preguntas están relacionadas a los ítems y se interrelacionan entre ellas. Podían variar de acuerdo a cómo se llevaba la entrevista.

En este caso, se tuvo en consideración cinco aspectos, con una o más preguntas en cada uno. En total, se elaboraron trece preguntas que se muestran en el Apéndice 1. Con esta información, se obtuvo una primera versión del guion que fue puesto a juicio de expertos para su validación antes de su aplicación.

Validación del Instrumento

La validación del guion de entrevista sirvió para fortalecer y asegurar la claridad y coherencia del instrumento para recoger la información buscada y cumplir los objetivos de la investigación.

Este guion de entrevista se validó mediante el juicio de una experta. Para este fin, se envió una solicitud de validación, el guion de la entrevista (Apéndice 1), la matriz de coherencia final de la investigación y un formato de informe que se enviaría luego de revisar el instrumento (con los comentarios, sugerencias y recomendaciones).

El proceso de validación permitió mejorar el guion realizando algunos cambios en las preguntas de acuerdo a las sugerencias y recomendaciones de la experta y a la vez disminuir el número de preguntas quitando algunas que no se dirigían al objetivo de la investigación.

Luego de la validación se llevó a cabo un piloto de aplicación del instrumento que permitió determinar la correcta redacción de las preguntas y si estaba claro lo que se quería preguntar, por lo que se tuvo que cambiar la forma de algunas de ellas.

Proceso de aplicación

La entrevista a los tres docentes se efectuó en forma clara y precisa y de acuerdo a fechas coordinadas con anterioridad. Los docentes D2 y D3 fueron entrevistados en los ambientes de la PUCP; el docente D1, en otro ambiente en el distrito de San Miguel. Al inicio se les indicó la total confidencialidad de los datos registrados y que la entrevista se iba a grabar en audio para su posterior utilización.

1.7. Organización y análisis de la información

La información recogida en las entrevistas se organizó para su análisis y posterior formulación de conclusiones. La información obtenida y grabada en audio se transcribió inicialmente en forma completa y original (con palabras repetidas, muletillas y expresiones de los entrevistados). Luego se revisaron en forma minuciosa filtrando y cuidando la redacción de manera que se pudiera tener

una versión clara de lo que los entrevistados manifestaban. Se asignó un código para cada entrevista y docente (Tabla 8).

ENTREVISTA	NOMENCLATURA	CÓDIGO
Docente 1	Entrevista al Docente 1	D1
Docente 2	Entrevista al Docente 2	D2
Docente 3	Entrevista al Docente 3	D3

Tabla 8. Código de las entrevistas.
Elaboración propia.

Luego se elaboró una matriz con las subcategorías y elementos que se iban a analizar y se les designó un código (Tabla 9).



CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	CÓDIGO	ÍTEMS	CÓDIGO
1. Aplicación de la metodología ECBI	a. Aplicación en el aula	A	Concepto	A1
			Finalidad	A2
			Habilidades y competencias científicas	A3
			Uso de la metodología	A4
			Motivación	A5
	b. Planificación y organización de la clase	P	Diseño de la sesión	P1
			Selección de contenidos	P2
	c. Materiales y recursos que emplea en la enseñanza	M	Disposición y obtención de materiales	M1
	d. Conocimiento disciplinar y pedagógico	C	Conocimientos sobre la metodología ECBI y de los contenidos científicos	C1
	e. Valoración	V	Aporta al proceso de enseñanza	V1
Expectativas			V2	
2. Fortalezas y debilidades de los docentes en su práctica docente aplicando la metodología ECBI				

Tabla 9. Matriz de categoría, subcategoría, ítems y código.
 Elaboración propia.

Con esta información codificada, se diseñó después una matriz general en la cual se tomaban en cuenta las preguntas de la entrevista de acuerdo al docente (Tabla 10).

PREGUNTA	ED1	ED2	ED3
¿Qué significa metodología ECBI?	Es una serie de procesos, de pasos que nos van a permitir lograr un buen aprendizaje, un aprendizaje efectivo que permite que el alumno participe a través de sus ideas, de su investigación, lo que al final conlleva a que el ciudadano, ese niño que va a ser ciudadano, pues tenga una cultura mucho más grande y va a repercutir en la formación a nivel de toda una sociedad.	Es una forma de poder enseñar ciencias. Hay una orientación, una serie de pasos que se tendría que aplicar para incentivar o fomentar lo que es la indagación.	La metodología ECBI es un procedimiento que sigue determinados pasos, esos pasos son por ejemplo, para mí, desde mi punto de vista, la observación, la predicción, la experimentación, eso es la metodología ECBI.
¿Cuál cree usted que es la finalidad última de esta metodología en la enseñanza de las ciencias?	La finalidad última es la de tratar de buscar al alumno crítico, alumno creativo que no se parametre solamente en lo que decimos los maestros sino en buscar nuevas perspectivas para que ellos den solución a problemas del entorno.	El fin principal, indiferentemente si el estudiante lleve o no cursos de ciencia en adelante, creo que si va a despertar en él la recepción, la observación que se lleva como una de las fases del trabajo ECBI.	La finalidad es que esos procesos, sigan la indagación natural del ser humano. El último fin de la metodología ECBI es que el ser humano, el estudiante, se convierta en un investigador ¿no?

Tabla 10. Matriz general de las entrevistas (extracto).
Elaboración propia.

Luego de esto, se elaboró la Tabla 11, una matriz de organización con todas las citas textuales extraídas de acuerdo a las categorías e ítems ya codificados, para que de esta manera se pudiera analizar con mayor claridad la información.

SUB-CATEGORÍA	CÓDIGO	TEXTO	TEXTO	TEXTO
1. APLICACIÓN EN EL AULA 1.1. CONCEPTO (A1)	A1	“Es una serie de procesos, de pasos que nos van a permitir lograr un buen aprendizaje efectivo que permite que el alumno participe a través de sus ideas, de su investigación”. (D1, A1)	”Es una forma de poder enseñar ciencias. Hay una orientación, una serie de pasos que se tendría que aplicar para incentivar o fomentar lo que es la indagación”. (D2, A1)	“La metodología ECBI es un procedimiento que sigue determinados pasos: [...] la observación, la predicción, la experimentación”. (D3, A1)

Tabla 11. Matriz codificada por subcategorías (extracto).
Tomado de: Apéndice 2.

Con esta matriz de organización, se obtuvieron los fragmentos correspondientes a cada entrevistado de acuerdo a la subcategoría y a los ítems especificados para cada uno de ellas, la codificación de los textos ayudó mucho para la ubicación y disposición de la información.

Luego de esta organización, se procedió a realizar el respectivo análisis en base a las respuestas dadas de los docentes para el caso. Se trata de un caso único y en función a las categorías establecidas en el estudio se confirmaron las categorías dadas inicialmente.

Se usó la técnica de análisis de procedimientos según Marshall y Rossmann (1999), Martínez (2011) y Boeije (2010). Este proceso se desarrolla en seis fases: a) organización de la data, transcripción y ordenamiento de la información; b) generación de categorías, temas y patrones, donde se van diferenciando los fragmentos de acuerdo a las categorías; c) codificación de la data, mediante el esquema de codificación para las categorías y subcategorías en este caso; d) evaluación de las interpretaciones emergentes, mediante la cual considerarán los conceptos que surjan de la información, los cuales se utilizarán para comparar y contrastar los resultados; e) búsqueda de explicaciones alternativas, se buscan vínculos identificados y descritos mediante el método de contrastación, que relaciona y compara los resultados con los que se presentaron en el marco teórico de la investigación; y por último f) redacción del reporte, como proceso final mediante una síntesis descriptiva de los hallazgos.

El apéndice 2 muestra un extracto de la matriz de organización y análisis de la información que se obtuvo luego de proceder con las fases descritas anteriormente.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta el análisis de la información recogida en la entrevista semiestructurada que se aplicó sobre la base de las categorías y subcategorías diseñadas para conseguir los objetivos de este estudio.

La presentación de los resultados se ha organizado de acuerdo a las categorías dadas en este estudio. En primer lugar se han dado los análisis de la categoría de aplicación, desde la percepción de los docentes, de la metodología ECBI, y luego la segunda categoría que son las fortalezas y debilidades que tiene los docentes en su práctica docente aplicando la metodología ECBI.

2.1. Aplicación de la metodología ECBI

Este apartado se inició en primer lugar con la subcategoría de la aplicación en el aula (en vez de empezar por la planificación y organización de la clase) porque es lo más próximo que tiene el docente al hacer referencia a su práctica docente y describir lo que acontece en el aula, cómo desarrollan la metodología, el concepto y la finalidad que conocían de esta metodología y las demás subcategorías.

2.1.1. Aplicación en el aula (A)

En esta subcategoría se analizó de acuerdo a los ítems elaborados

Concepto de la metodología ECBI (A1)

De acuerdo con la definición del Inter Academy Panel, ECBI significa que los estudiantes *desarrollan progresivamente ideas* científicas claves al aprender cómo investigar y *construir su conocimiento y comprensión* del mundo que los rodea. Para Uzcategui y Betancourt (2013), la idea central de la metodología indagatoria es propiciar una estrategia de enseñanza y aprendizaje que parte de la observación de la realidad y la interacción con problemas concretos, lo que

propicia preguntas referentes a esa realidad que promuevan la búsqueda de información y la experimentación, por ende, la construcción activa del aprendizaje. Podemos observar que los tres docentes coinciden al definir la metodología ECBI ya que la consideran como un proceso, o serie de pasos, basado en la indagación, que parte de la observación, interacción y experimentación, y que permite la construcción activa del aprendizaje de los alumnos (Harlen, 2013; Uzcategui & Betancourt, 2013).

[Para el docente D1] es una serie de procesos, de pasos que nos van a permitir lograr un buen aprendizaje efectivo (D1, A1).

[En cuanto al docente D2] es una forma de poder enseñar ciencias. Una serie de pasos que se tendría que aplicar para incentivar o fomentar lo que es la indagación (D2, A1).

[Y para el docente D3] es un procedimiento que sigue determinados pasos: [...] la observación, la predicción, la experimentación (D3, A1).

Los tres docentes definen esta metodología como un proceso sistemático que tiene una serie de pasos o procesos basados en la indagación y que permite un aprendizaje significativo.

Finalidad u objetivo de la metodología (A2)

La finalidad última u objetivo principal de la metodología es mejorar la calidad de la educación en ciencias en los niveles básico y secundario, generando en los niños, la capacidad de explicarse el mundo que los rodea utilizando procedimientos propios de la ciencia como herramienta para vivir y aprender por sí mismo (Reyes & Padilla, 2012).

Del mismo modo que se pretende que el alumno desarrolle conocimiento y comprensión de las ideas científicas, debe pensar como un científico. A partir de un problema, el alumno realiza observaciones, propone preguntas, investiga, experimenta, analiza e interpreta datos, discute y obtiene soluciones que luego comunica.

El docente D3 coincide con esta parte del objetivo de la metodología ya que para él:

El último fin de la metodología ECBI es que el estudiante se convierta en un investigador, que cada cosa que tiene en su entorno le genere una pregunta y que no sea aquella persona que solamente recibe conocimientos (D3, A2).

El alumno utiliza las suposiciones, el pensamiento crítico y lógico desarrollando su comprensión de la ciencia ya que combinan el conocimiento científico con las habilidades de razonamiento y pensamiento. En este sentido el docente D1 plantea:

La finalidad última es la de tratar de buscar al alumno crítico, alumno creativo que no se parametre solamente en lo que decimos los maestros, sino en buscar nuevas perspectivas para que ellos den solución a problemas del entorno (D1, A2).

Los docentes manifiestan que el objetivo está centrado en las habilidades y conocimiento científico que debe poseer el alumno, quien asume el rol de investigador y de solucionador de problemas, aunque el docente D2 se refiere a que hay que despertar la recepción, proceso que no corresponde a esta metodología, por lo que podemos decir que quizá esté influenciado por lo que se menciona en las *Rutas del aprendizaje*. El docente (D2) discrepa al expresar:

El fin principal [...] es despertar en el alumno la recepción, la observación (D2, A2).

Aunque no concuerdan en general en la finalidad como un todo, cada uno de los docentes enfatiza en ciertos aspectos de esta metodología porque tienen muy claro y definido lo que se busca con esta metodología en la enseñanza de CTA.

Habilidades y competencias científicas (A3)

Según el MINEDU (2009) el desarrollo del pensamiento matemático y el aprendizaje de las ciencias naturales contribuyen decisivamente al planteamiento y solución de problemas de la vida por lo que las competencias señaladas en el documento, se orientan a la formación de estudiantes críticos, creativos, responsables y solidarios, que sepan cuestionar de modo que contribuyan con la construcción de una sociedad más equitativa por lo que el razonamiento lógico, el aprendizaje de conceptos matemáticos, los métodos de resolución de problemas y el pensamiento científico son desarrollos imprescindibles para los estudiantes, quienes requieren una cultura científica y tecnológica para la comprensión del mundo que los rodea y sus transformaciones.

En este sentido indagamos en las percepciones de los docentes sobre cómo es que el uso de esta metodología ha cambiado la forma de aprender de los niños y niñas, y la de ellos mismos. Al respecto, coinciden en que la metodología

indagatoria promueve el desarrollo de capacidades, habilidades y competencias científicas que no se pueden adquirir con la metodología tradicional y que su aplicación tiene efectos positivos en el alumno y no solamente en el área de CTA sino también en otras áreas como comunicación, matemáticas, etc.

La indagación despierta mucho el poder de observación, a veces los chicos no se dan cuenta que una cosa es ver y otra cosa observar, [...] a ellos les interesa mucho manipular objetos, como tienen que hacer partes experimentales (D2, A3).

[Asimismo los estudiantes] a través de los experimentos van deduciendo los resultados y pueden manifestar después y enunciar ellos un concepto, enunciar ellos un marco mucho más amplio. [Esto] Les va a ayudar bastante y en general no solamente con respecto a lo que es ciencias sino que también a lo que es redacción y a los cálculos matemáticos que puedan tener, se interrelacionan (D1, A3).

[Utilizando y desarrollando su conocimiento científico] porque sigue los procesos que sigue el pensamiento humano que son observar, predecir, experimentar, sistematizar, concluir; el niño aprende a observar, si eso se llama habilidad o se llama competencia, son procesos que sigue pero tiene que hacer uso de los sentidos, tiene que concentrarse en lo que está observando, tiene que aprender a preguntarse cosas, tiene que ver el mundo de una manera diferente, a partir de sus sentidos poder apropiarse del mundo y a partir de ahí poder querer estudiarlo (D3, A3).

En cuanto a qué competencias se involucran, el docente D3 afirma:

Cuando se habla de competencias científicas, todas las competencias están ahí, en esos procesos, [y que aparte de los procesos que ya se dan, se desarrollan también otras competencias como] las competencias de razonamiento y demostración, competencias científicas, de matemáticas, de comunicación, de resolución de problemas (D3, A3).

En términos generales, los tres docentes estaban de acuerdo en que al desarrollar la metodología ECBI en el curso de CTA, los alumnos adquieren habilidades y competencias mediante la experimentación, desarrollan su pensamiento crítico y reflexivo a través de la observación, el análisis y la discusión que tienen cuando trabajan en equipo; además de adquirir conocimiento científico y destrezas en la manipulación de los materiales e instrumentos de laboratorio cuando realizan las actividades experimentales.

Uso de la metodología ECBI (A4)

En este caso, los docentes entrevistados D1 y D3 trabajan la metodología ECBI en sus clases de manera frecuente mientras que D2 aplica el enfoque indagatorio propuesto por el MINEDU en *Rutas del aprendizaje*.

Yo lo aplico generalmente en casi todas mis clases. [...]. Nosotros trabajamos [...] con el sistema tradicional, entonces lo que yo hago es escapar del sistema tradicional y cuando yo sé que van a supervisar ahí no lo aplico (D1, A4).

En cuanto al contexto en que lo utiliza, el docente D3 lo aplica a

[...] cualquier contenido, desde cualquier contexto que trabaje con las alumnas, cojo una situación real y a partir de ahí puedo construir el conocimiento que me interesa. Por ejemplo, estoy trabajando medición, puedo agarrar cualquier objeto que vemos ahí y ver la forma como podemos medir, nos permite construir, desde unidades arbitrarias de medida hasta unidades estandarizadas (D3, A4).

Se puede observar que hay semejanzas entre el docente D1 y D3 cuando dicen que lo utilizan en forma frecuente a pesar de que la institución no trabaja con este método mientras que el docente D2 menciona que utiliza con frecuencia el enfoque indagatorio basado en el constructivismo:

Uno de los enfoques es la indagación científica y el Ministerio ya está asumiendo ese enfoque, es más fácil de trabajar. Incluso los libros que están dados por el Ministerio tienen incluidas [...] prácticas de laboratorio en donde al ver el esquema, hay una parte indagatoria, parte de un problema a investigar, [...] o sea, siguen los pasos de la indagación (D2, A4).

El docente procede según las *Rutas del aprendizaje* y también utiliza los materiales didácticos que envía el Ministerio.

Motivación (A5)

La falta de motivación hacia el curso de CTA aunada a la metodología tradicional memorística es uno de los factores que contribuye a que los alumnos se aburran y pierdan el interés desde la primaria, de manera que al llegar a la secundaria o al nivel superior se ve afectado el número de postulantes al área de las ciencias y la tecnología y, por ende, la formación de científicos e investigadores (Vadillo, 2004). Por esto es muy importante la motivación que se pueda proporcionar a los alumnos desde el inicio de la sesión de aprendizaje. Para los tres docentes entrevistados, esta metodología ECBI *contribuye a*

sostener una motivación por parte del alumno en la enseñanza de las ciencias ya que se realizan prácticas experimentales que son del agrado de los alumnos.

[...] creo yo que una de las cosas que más les gusta, en lo que es las ciencias, es experimentar, entonces quisieran tener más horas para poder hacer más prácticas experimentales. Desarrollar una metodología como ECBI, me va a permitir explorar un poco y saber si les interesa ¿no? (D2, A5).

Si tú diseñas las actividades donde ellos puedan participar, siguiendo justamente los procesos de la metodología indagatoria, [...] y luego los metes en el experimento ¿a quién no le gusta experimentar? a los alumnos les encanta experimentar. Tengo muchas experiencias donde mis alumnas experimentan ¿no? y aprenden. Hay varios proyectos que estamos trabajando con las niñas, les ha encantado la metodología [...] eso significa que si les gusta ¿no? hay mucho deseo del niño de participar en la clase (D3, A5).

Definitivamente sí, las clases de química por ejemplo, las trabajamos a modo de juego con la investigación y de mucha motivación; cuando trabajamos hidroponía, se motivan, porque ellos van sembrando, van midiendo, van echando, a través de la parte experimental, pero estamos también ahí ¿no? (D1, A5).

Los tres docentes manifestaron que es muy importante la parte experimental porque esto es lo que motiva a los alumnos, ya que al realizar las actividades experimentales participan en forma muy activa y trabajan satisfechos y les gusta trabajar en grupo, interrelacionarse. Este aspecto de la experimentación como clave en la metodología es un cambio sustancial en relación a la metodología tradicional.

El experimentar y explorar por sí mismos permite que los alumnos vayan obteniendo autonomía en su formación integral y que puedan discutir en forma argumentativa todos sus conocimientos que luego van a dar respuesta a sus preguntas, a sus inquietudes o sobre cualquier otro tema o campo del saber.

2.1.2. Planificación y organización de la clase (P)

Luego de conocer lo que acontece en el aula, se describe cómo el docente planifica sus sesiones y prepara sus materiales

Diseño de la sesión (P1)

En América Latina (Indágala, 2013), la metodología ECBI emplea cuatro etapas: focalización, exploración, reflexión, aplicación. En otras regiones, se incluye la evaluación. En este caso, se expone sobre cómo cada docente comprende y planea cada etapa en la preparación de sus clases.

La focalización es la etapa más importante, en ella se debe despertar el interés y la motivación de los alumnos sobre un problema. Se presenta un caso cuya problemática se relaciona con el objetivo de la actividad. El profesor debe tratar de obtener respuestas individuales por parte de los alumnos y cada alumno puede responder de acuerdo a su criterio. Los docentes entrevistados presentan, aunque no en la misma forma, este momento o fase en su sesión de aprendizaje.

Les di una motivación, [...] 'a un joven maratonista, la nutricionista le ha sugerido tal cantidad de proteínas' y la pregunta para ellas era '¿creen ustedes que podrían aplicar esta misma dieta alimentaria de manera diaria?'. Entonces allí viene la participación de ellas, ahí viene una lluvia de ideas (D1, P1).

Primero encuentro un problema, por ejemplo, a partir de ese problema, puedo planificar, pueden comenzar a imaginar que cosa es lo que tienen que hacer, a observar, a pensar cómo se puede resolver esto (D3, P1).

Hay una ligera discrepancia de los docentes D1 y D3 con respecto a D2, ya que para aquellos hay una motivación y un problema del cual parten en su planificación y que sigue la línea de la metodología ECBI, mientras que D2 sigue una secuencia diferente en la cual toma en cuenta primero una parte introductoria y luego los aprendizajes previos:

En una sesión de aprendizaje hay una parte introductoria, hay que explorar los conocimientos previos de los chicos ya sea con una sesión teórica, con una observación de video o una práctica de laboratorio (D2, P1).

No invita al cuestionamiento de la pregunta o focalización del tema como lo hacen los otros docentes que utilizan la metodología ECBI.

La exploración es la fase que caracteriza a esta metodología de las otras, puesto que se realiza una actividad experimental, con materiales caseros y de fácil acceso en el cual no es necesario disponer de un buen laboratorio equipado o sofisticado (el salón de clases, el patio, la cocina u otro lugar pueden ser utilizados para la realización de la actividad). Los alumnos trabajan en grupos pequeños y deben disponer de tiempo para obtener resultados contundentes. Es muy importante que el docente planifique momentos para la discusión y argumentación de sus conceptos y que puedan construir sus conocimientos. En la secuencia de su sesión, los docentes también presentan este momento en varios procesos según lo expresado en la entrevista.

El docente D1, entrega la guía que contiene los materiales, luego sigue con la experimentación en la cual se incluyen la experimentación, la comprobación y los resultados.

Luego [...] a ver la lista de materiales ¿no? y ellas empiezan a observar varios procesos, [...] para que ellas puedan ver la comprobación de esta. La alumna misma tiene que empezar a manifestar todo lo que ella ve y después que me mencionaron el contenido de cada uno (D1, P1).

El docente D3, luego del primer momento, realiza la parte experimental en donde se efectuarán los procesos que llevaran al alumno a

Observar, a pensar cómo se puede resolver esto, a experimentar (D3, P1).

Igualmente se puede evidenciar una diferencia entre los docentes D1 y D3 con el docente D2 ya que este pretende ser un docente que orienta al alumno:

Luego de hacer la exploración, hay que comenzar a ayudarlos a hacer la hipótesis por ejemplo ¿qué está pasando? ¿Por qué pasaría así? y ¿qué pasaría si las condiciones cambian?, [...] entonces seguir orientándolos (D2, P1).

Los otros docentes dejan que sean los propios alumnos los que construyan y elaboren sus conocimientos y conceptos mediante la observación y el análisis que van desarrollando al realizar la práctica experimental.

Comparación o reflexión, en esta fase, el alumno confirma sus hipótesis, deberá confrontar sus resultados si se verifican sus ideas previas con los resultados que ha obtenido en la actividad experimental que ha realizado. El docente guía y ayuda a la reflexión y el análisis para que puedan llegar a la formulación de sus resultados y puedan comunicarlos luego en forma oral. El alumno es quien construye su conocimiento en forma autónoma.

Entonces ellas pudieron definir ya un mapa semántico Ahora ellas empezaron a manejar su tabla de calorías, [...] han podido sacar su escala de valores y calcular y ver que es importante pues balancear una dieta (D1, P1). [...] a sacar algunas conclusiones; a sistematizar todo lo que se ha experimentado, a sacar algunas conclusiones (D3, P1).

En esta fase, el docente D2 no ha manifestado nada por lo que no podemos asumir que planifique ni que realice esta actividad. Al contrario, los docentes D1 y D3 refieren que con la guía y orientación de ellos los alumnos pueden obtener sus resultados luego de la discusión grupal de manera que

puedan comparar y llegar a realizar conclusiones para luego elaborar sus conceptos científicos, que se pueden formular y expresar en forma oral mediante la utilización de mapas conceptuales, esquemas o tablas que luego serán comunicados mediante una exposición o un informe.

Aplicación, en esta etapa, se aplica el conocimiento formulado para resolver problemas relacionados o realizar investigaciones relacionadas al tema.

Después me van a armar una pirámide con todas las envolturas que Uds. han podido consumir de repente en casa de manera prioritaria, eso fue la tarea y después ya conversamos con los resultados (D1, P1).

Y luego ver qué es lo que se puede seguir haciendo porque una de las partes importantes de la metodología es la meta cognición ¿no? o sea la revisión del problema y las nuevas preguntas. Yo sigo la metodología de Karen Worth pero hay otros que siguen la metodología del ciclo y aprendizaje, depende de la postura en la que te encuentres (D3, P1).

Los docentes D1 y D3 toman en cuenta en su planificación que la sesión de clase no termina si no hay una aplicación de la actividad que han realizado; por eso para el docente D1, la aplicación está dada en la tarea de discusión de los resultados en la siguiente clase; mientras que para el docente D3, hay un proceso de meta cognición que se realiza con la actividad para seguir el ciclo de aprendizaje.

Como se puede apreciar, los docentes D1 y D3 tienen mucha similitud y conocimiento de las fases de la metodología ya que se dan las cuatro fases que se involucran en el proceso ECBI, mientras que no se puede decir lo mismo del docente D2, ya que el procedimiento de este, es diferente desde el inicio y no se dan todas las fases, inclusive ya desde la fase de exploración solo se refiere a que guía y orienta a los alumnos y no refiere nada más.

Selección de contenidos (P2)

Zabalza (1987) considera la selección de contenidos como un proceso de toma de decisiones, sobre la base de criterios explícitos que corresponden a la significación lógica, representatividad, actualidad, relevancia y contextualización. Por su parte Devés y Reyes (2007) opinan que la selección de los contenidos de las actividades deben estar alineadas con el currículo y su implicancia debe ser consistente con la metodología indagatoria. En cuanto a la selección de contenidos, los docentes entrevistados tienen diversas maneras.

Nosotros tenemos una programación curricular anual entonces seguimos ese orden de contenidos, programamos el tema manejando objetivos y como te digo, dejo del lado el método tradicional planteo los objetivos, empieza la motivación, los materiales. No hay un marco así teórico, y después sigue la secuencia ¿no? de la parte de las actividades que programo (D1, P2).

Yo no sigo una estructura rígida, hago lo contrario, o sea, utilizo los contenidos necesarios para planificar la clase, mi objetivo es que mis alumnos se formen, desarrollen en las capacidades o competencias de resolver problemas [...] y en base a eso se trabajan los contenidos del área dentro del marco curricular que tengo que trabajar, tengo que seguir algunos lineamientos y tomar algún problema. Si el problema que se me presenta es importante y yo considero que debo atacarlo desde mi práctica pedagógica, yo no sigo una estructura rígida, hago lo contrario, o sea, utilizo los contenidos necesarios para planificar la clase. Por ejemplo, si en ese momento pasa un sismo, entonces, yo a partir de este momento, decido trabajar los contenidos que tengan relación con ese sismo y obviamente que tengan relación con el grado de estudios en el que estoy trabajando, [...] algunas veces hemos tratado problemas que tienen que ver con la realidad que tenemos que enfrentar con nuestra ciudad por ejemplo, la contaminación ambiental, los problemas sociales, la alimentación. Las loncheras saludables lo comenzamos a trabajar nosotros hace algún tiempo haciendo análisis bioquímicos con las niñas, ahora está bastante popularizado y entonces nos sentimos bien porque que creo que de alguna u otra manera hemos contribuidos a la salud de nuestros niños y niñas ¿no? (D3, P2).

Los docentes D1 y D3 siguen los lineamientos y la programación curricular de la institución pero tomando contenidos alineados con los problemas del entorno y de la sociedad actual, ya sea problemas de alimentación, loncheras saludables, contaminación ambiental, un movimiento sísmico, etc. El docente D1, por ejemplo, atiende bioquímica de los alimentos, hidroponía, nutrición y tablas de calorías. El docente D3 trata temas que permiten lograr los objetivos y el desarrollo de las competencias y capacidades en los alumnos. D2 sostiene:

El Ministerio, con las Rutas del aprendizaje, nos ha dado las competencias y cada competencia tiene 2, 3 o incluso 4 capacidades. Ahora, lo interesante es que incluye 2 enfoques: Enfoque de indagación científica y alfabetización científica, entonces apunta un conjunto de temas que me permite servir como un medio para el desarrollo de capacidades y por lo tanto llegar a la competencia. Sí, hay cosas que ya están preestablecidas por el ministerio y hay otras que no (D2, P2).

El docente D2 se inclina por lo que está establecido en su programación curricular, de acuerdo a las competencias y a las capacidades que ya están especificadas en las *Rutas del aprendizaje*, de acuerdo a las indicaciones dadas en el fascículo.

2.1.3. Materiales y recursos (M)

Los docentes deben planificar sus sesiones de aprendizajes, en los cuales, como se ha mencionado anteriormente, una parte muy importante es la parte experimental; esta actividad debe ser planificada con mucho cuidado y anticipación para lo cual el docente debe tener mucho cuidado de contar y disponer de los materiales y reactivos que contenga la guía de la actividad.

Disposición de materiales y recursos (M1)

El uso de materiales es muy necesario en la implementación de la metodología. Los docentes son los que preparan las actividades que se van a desarrollar en las clases, esto implica la construcción de guías, los materiales y reactivos que, como ya se mencionó anteriormente en la fase de exploración, deben ser de fácil acceso y que se encuentren en el entorno del lugar o región de la institución. En cuanto a textos de consulta y cuadernos también utilizan, aunque no en todos los colegios y para las actividades experimentales; en caso faltara algún material, se les dice a los alumnos que lo compren:

Los materiales, tratamos de que sean los más cercanos a los estudiantes porque conocemos no hay muchos recursos ¿no? [...] pero si no, usamos todo lo que tienen en su entorno, estamos plagados de material y para CTA, más todavía (D3, M1).

Contamos con materiales y supongamos que no tenga algún material, pues le decimos al alumno que lo traiga o que lo adquiera (D1, M1).

En la actualidad, algunas instituciones, generalmente los colegios emblemáticos, cuentan con módulos o *kits* de laboratorio que han sido otorgados por el Ministerio pero que en muchas ocasiones no han sido utilizados por desconocimiento del docente. A decir de los docentes entrevistados, en su mayoría, cuentan con módulos aunque no necesariamente para las áreas de secundaria.

A pesar de que trabajamos en un colegio emblemático no nos han dado todo el material ¿no? [...] los chicos tienen un libro de consulta y tienen otro libro que se llama Investiguemos [...] hay otro hay un cuaderno de aplicación que viene con ese libro y que en mi colegio

no llegó, a pesar de que es un colegio emblemático, zona urbana, en Lima, no llegaba ¿no? Entonces, sí, se trata de usar el material del Ministerio que nos da, es más, cuando nos vienen a monitorear, nos preguntan ¿está utilizando el libro de consultas? ¿Está utilizando el libro Investiguemos? (D2, M1).

Felizmente y gracias a Dios ahora el Estado también está propiciando bastante recursos, materiales estructurados [...] el otro día, necesitábamos pesar la quinua, [...] la profesora me dice 'acaban de mandarnos el estado unos materiales, hay que verlos si hay allí balanzas'. Abrimos las cajas por primera vez y habían las balancitas, que el estado está proveyendo (D3, M1).

Nosotros tenemos módulos pero bien antigüitos. [...] Llegan módulos, más para primaria porque para secundaria hace varios años que no nos llega (D1, M1).

Hay maquetas que llegan, hay módulos, pero es un material antiguo. A veces llegan módulos que no tienen instructivos, eso también es cierto o el instructivo llega a la subdirección administrativa y nunca llega a los laboratorios pero creo que ya teniendo conocimiento el docente puede comenzar a trabajar con los estudiantes, creo que eso viene más de la actitud del profesor. Cuando no se trabaja es por desconocimiento del docente ¿no? (D2, M1).

Un inconveniente que mencionó el docente D1 es que en su institución no es posible compartir los materiales a pesar de que los alumnos son del mismo colegio. No había podido utilizar módulos de primaria para trabajar con alumnos de secundaria lo cual constituye una limitación cuando se planifican las sesiones prácticas ya que no se cuentan con materiales suficientes.

He solicitado manejar este material de primaria y me dijeron: 'no puedes tener acceso porque el material es para primaria', 'pero al final, yo no me voy a beneficiar sino las alumnas son las que se van a beneficiar', entonces me dicen: 'ya, pero empezaremos desde primaria' (D1, M1).

En cuanto a los materiales y recursos, se mantiene siempre la diferencia de los docentes D1 y D3 con respecto al docente D2. Mientras que para los dos docentes D1 y D3 los materiales son caseros y del entorno, el docente D2 utiliza los materiales que entrega el Ministerio por ser de un colegio emblemático a pesar de que no siempre llegan a tiempo o completos. Con respecto a los módulos, dos docentes mencionaron que cuentan con módulos aunque son antiguos pero no mencionaron que los utilizan en las sesiones de clase.

2.1.4. Conocimiento disciplinar y pedagógico (C)

En este apartado, se buscó analizar y describir lo que conocen los docentes sobre la metodología ECBI y sobre los conocimientos y bases teóricas que disponen para la enseñanza del curso de CTA.

En la metodología ECBI, el docente desempeña un papel muy importante en la enseñanza de las ciencias ya que es guía y facilitador de la indagación, razón por la cual se espera que a medida que adquieran competencias, las actividades que realicen serán más abiertas para facilitar las máximas oportunidades de aprender a los estudiantes. La transición de una metodología tradicional hacia la metodología indagatoria requiere que el docente aprenda de la misma forma que aprenderán sus alumnos; es decir que deben utilizar la indagación como método de enseñanza, el trabajo en equipo, utilizar el ciclo del aprendizaje como estrategia pedagógica, promover actitudes de observación, pensamiento, experimentación, argumentación y validación de información.

El docente D3 opina que no todos los docentes se muestran receptivos para el cambio:

La mayoría de los docentes ya tienen años de servicio y no les gusta el cambio, para ellos lo más fácil es seguir enseñando como hasta ahora, de la forma tradicional y sin ninguna actividad extra fuera de sus horas de clase. Los profesores que mejor han reaccionado frente a la metodología, desde mi experiencia, son los profesores de primaria y de inicial.

Esto refuerza la idea de que los profesores de secundaria son más resistentes al cambio porque ya no quieren elaborar nuevas sesiones de aprendizaje, utilizan lo de siempre, mientras que los profesores de inicial y primaria siempre están actualizándose y buscando cambios continuos para poder enseñar a sus alumnos.

[...] los profesores de secundaria, a pesar de tener una formación más disciplinar, son los que de una u otra manera deberían responder mejor, son los más resistentes a esta metodología ¿por qué? Porque la metodología implica, digamos, un proceso inverso al que hacen, ellos siguen el método deductivo, la metodología indagatoria sigue el método inductivo o sea de un caso concreto puedes generalizar, [...] la metodología indagatoria, sienta las bases para la investigación cualitativa, en cambio, las clases que hacemos los profesores en el aula siguen el método deductivo y eso es más complicado para los niños (D3, C1).

La enseñanza de las ciencias debe ser de forma tal que los alumnos puedan expresar libremente sus ideas y formular sus hipótesis o preguntas sobre la base de sus inquietudes y no seguir algo establecido y con una solución única. Las actividades deben estar relacionadas con la experiencia diaria y sistematizar oportunidades de aprendizaje para la comunidad por lo que es necesario que el docente se capacite y fortalezca su conocimiento en general. En cuanto a la adaptación de un método a otro, los docentes entrevistados mencionaron:

No fueron ningún problema, porque las Rutas son un método, son orientaciones metodológicas. No hay nada que adaptar ahí o sea yo creo que el procedimiento que siguen las Rutas dan muchas ideas pero para mí, la metodología ECBI es mejor que las ideas que dan ahí en la Rutas de aprendizaje porque trabajan muchos procesos, resuelven problemas, trabajan competencias, no solamente de CTA sino de todas las áreas del conocimiento (D3, C1).

Yo no puedo pretender hacer investigación o pretender hacer ciencia ya sea teórico, teórico-práctico, sin llevar el proceso de indagación, me parece que la investigación o el enfoque indagatorio es inherente a la naturaleza de nuestro curso, ¿no?, es un curso de ciencias (D2, C1).

Sería cuestión de adaptarme, no me parece tan complicado tampoco, es un poco de juntar, ver cómo trabajar ¿no? porque prácticamente la metodología está inmerso en las Rutas del aprendizaje ¿no?, nada más que es ver cómo ordenar en los momentos (D1, C1).

En el Ministerio de Educación, ya se está implementando la indagación para el área de ciencias y se ha elaborado el documento **Rutas del aprendizaje** donde se dan las pautas para que se pueda orientar la enseñanza mediante la indagación y ya están dadas la competencia y capacidades que se requieren de acuerdo a los objetivos y para construir el conocimiento científico. En la entrevista realizada a los docentes al respecto de si dominaban o no la indagación, en general estaban muy convencidos de que su rol es muy importante y que no les ha sido difícil la transferencia de un método a otro ya que lo realizan desde hace años. A este respecto, los docentes dieron su opinión sobre el uso de las *Rutas del aprendizaje*

La primera vez que comienzo a hablar de indagación es con el DCN [Diseño Curricular Nacional] del 2006, con el criterio de evaluación en indagación y experimentación, ya más fuerte en estos últimos años, con esto de las Rutas del aprendizaje y definitivamente enseñar ciencias sin usar indagación no tiene mucho sentido ¿no? Me parece valioso que ahora el Ministerio lo haya asumido como un

enfoque, porque el de alfabetización científica si lo tenemos hace años (D2, C1).

Las orientaciones que da el MINEDU a través de un documento que llama Rutas del aprendizaje es bueno porque de una u otra manera ya va permitiendo que los docentes se obliguen a trabajar más en forma activa porque no lo hacen; los ejemplos que ponen ahí, no tienen una estructura donde los alumnos puedan comenzar a trabajar desde un problema, desde un contexto real, pienso yo que es totalmente diferente trabajar desde un contexto real y ver cuáles son las necesidades científicas de conocimientos que uno necesita para resolver ese problema a ir ya con algún problema simulado y a partir de allí ver qué hacer, o sea, hay mucha dirección. Sin embargo la metodología ECBI te permite pensar libremente y ver cómo resuelves el problema (D3, C1).

En cuanto a la facilidad de la transferencia del método que utilizan a la de la metodología ECBI, los tres docentes estaban de acuerdo de que no sería difícil adaptarse al cambio ya que el enfoque indagatorio está inmerso en las *Rutas del aprendizaje* y tarde o temprano tienen que adecuarse a este enfoque ya que lo explicita el Ministerio, además que sin indagación no se puede enseñar ciencias. El docente D3 manifestó que hay una cierta resistencia por parte de los docentes para el cambio y que se ve más reflejado en los docentes de educación secundaria mientras que hay más aceptación por parte de los docentes del nivel inicial y de primaria.

Es muy importante la formación del docente en la metodología indagatoria utilizando la indagación, por lo que las actividades de formación deben ser continuas y permanente, diseñadas para fortalecer todas las competencias profesionales de todo el equipo multidisciplinario relacionados con la experiencia en el aula y con hechos que puedan adaptarse a la realidad de la localidad o región, por lo que debe comprometer a toda la comunidad.

En la metodología indagatoria trabajas una serie de aspectos pedagógicos y uno de los aspectos pedagógicos es que el niño te puede hacer preguntas para las cuales tú no estás preparada porque su mirada es una mirada natural ¿no?, [...] una de las cosas que te exige la metodología es tener conocimiento científico. Si tu no conoces, no tienes las bases teóricas de tu ciencia, difícilmente puedes saber que esa ciencia está metida en el problema que vas tratar, entonces uno de los principales problemas que enfrenta también el docente es la formación científica que tiene (D3, C2).

Esta formación debe estar enfocada a la actualización de conceptos científicos, estrategias de evaluación y el análisis de las experiencias pedagógicas

de los docentes. Es preciso detectar y enfrentar las barreras tradicionales que no permiten el trabajo interdisciplinar, especialmente el desconocimiento mutuo de los respectivos quehaceres y los prejuicios sobre las debilidades de cada uno en relación a la enseñanza de las ciencias, por lo que la relación científico-docente debe ser fluida.

[...] pero ¿cómo enseñar la formación científica también a los docentes? habría que hacer cursos de formación continua que tengan que ver con la formación científica pero ya no desde la teoría sino desde la práctica ¿no? que el profesor aprenda a construir conocimiento científico desde la práctica: agarrar una planta y darle los nombres que ellos consideren con sus conocimientos previos que tienen (D3, C2).

En cuanto al conocimiento disciplinar de nuestros docentes en ciencia, es un hecho que hay mucha deficiencia en su formación básica ya que esta no abarca todas las áreas que se le designan en su práctica docente, por lo que es una dificultad el enseñar en la actualidad CTA al no dominar en forma general los principios teóricos. Por esto D3 sostiene:

Una de las cosas que tiene que hacer la universidad es comenzar a formar profesores, yo creo que disciplinares pero con mentalidad abierta o sea pensando en que los problemas ahora no los resuelve una sola persona hay mucha resistencia a la multidisciplinariedad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad; seguimos todavía con la enseñanza del siglo XVIII (D3, C2).

En forma general, los tres docentes entrevistados concuerdan en que el nivel de los docentes que enseñan ciencias requiere de talleres de capacitación y actualización en conocimientos científicos. El docente D1 comenta que hay mucha resistencia con los docentes de su área en su Institución en cuanto a renovar metodología o aplicar nuevas tendencias:

Particularmente en el colegio donde yo trabajo, sí falta capacitación. Pienso que faltan talleres porque dentro de ese grupo también hay profesoras que de repente sí quieren, están prestas a un cambio, hay motivación. Hay mucho de lo tradicional todavía. Hay muchas profesoras por ejemplo en el área, que dicen: 'abre el libro en la página tal y desarrolla la actividad que es tal' ¿no? entonces, eso no es, pues; y a veces son personas inclusive mayores que te dicen: 'yo ya tengo años trabajando, ¿qué me vas a enseñar tú a mí?' (D1, C2).

Yo no me atrevería a decir si cuentan o no, pero las dificultades que los profesores tienen creo yo, está en el trabajo multidisciplinar porque cuando tú trabajas un problema, te encuentras con

diferentes áreas del conocimiento y entonces todavía uno de los grandes problemas que tenemos es que no estamos acostumbrados a tratar, en la secundaria, problemas desde diferentes áreas, porque sencillamente no están acostumbrados a interactuar con otras áreas (D3, C2).

[...] lo que los colegas piden es tratar de dar una orientación mayor respecto a la temática porque ellos quieren perfeccionarse en los conocimientos de la ciencia que enseñan ¿no? Por eso lo he percibido mucho en la física y en segundo lugar en química ¿no? Parece que la biología es una disciplina más amigable para ellos ¿no?, entonces, sí, te piden eso, no te dicen tanto la metodología, estrategias, recursos, lo que te piden es el conocimiento científico ¿no? Y, sí, yo creo que falta. Ahora, generalizar que son todos, no, yo creo que la mayoría podría decir que sí, pero hay un grupo pequeño que podría hacer efecto multiplicador (D2, C2).

Por esto los científicos o monitores están siempre acompañando a los docentes tanto en su planificación como en la sistematización de la metodología de manera que se pueda hacer efecto multiplicador y se pueda tener la replicabilidad con los docentes que no puedan asistir a estos talleres (Devés & Reyes, 2007)

2.1.5. Valoración (V)

En este caso, se buscó indagar el valor que le dan los docentes a esta metodología ECBI como método de enseñanza y las expectativas que tenían con la aplicación de la misma.

Aporte al proceso de enseñanza (V1)

Los tres docentes entrevistados manifestaron que esta metodología aporta mucho a la enseñanza de las ciencias, ya que está basada en la indagación y está popularizada en Latinoamérica y, por ende, el Ministerio debería implementarla a nivel nacional.

La metodología es un sistema que deberíamos implementar a nivel nacional, porque es muy motivador, permite que de manera muy directa e indirectamente el alumno vaya asimilando contenidos y que se vaya motivando por indagar y dar resultados y ver de dar solución a problemas diversos que se puedan presentar (D1, V1).

El proceso indagatorio depende del docente, depende de la actitud del docente, depende de la formación docente que haya tenido. Es un movimiento que ha crecido en los últimos años, en CTA, la metodología ya está en el nuevo currículo. Perú tiene como ocho años, pero ha crecido mucho; no somos el primer país que está trabajando esta metodología, tenemos a Chile, Venezuela, en

Latinoamérica casi ya está popularizada, en EEUU, en Francia, en Inglaterra y ya los españoles están aplicando la indagación (D3, V1).

El docente (D2) mencionó que ellos ya vienen trabajando en su institución desde el 2006 con la indagación y la experimentación:

Sí, definitivamente ¿no?, están ligadas, la indagación está ligada, es más, en nuestro colegio, desde el diseño curricular del año 2006, se maneja un criterio de evaluación que se llama de indagación y experimentación (D2, V1).

La práctica con esta metodología mejora la capacidad cognitiva de los estudiantes. Le da relevancia a su acercamiento a los términos científicos y la construcción de escenarios en los que comparten, opinan y llegan a conclusiones sobre ciertos fenómenos en compañía de otros. Otro elemento significativo que se destaca es que se ha podido facilitar espacios en el que los estudiantes aprenden normas de comportamiento, momentos de participación, asumen roles, y se crean escenarios para la cooperación en el desarrollo de las clases ya que trabajan en equipo.

Cambios positivos porque a las niñas les gusta participar, permite desarrollar una serie de situaciones mentales que son favorables para los niños (D3, V1).

Un interés por querer entrar a este tipo de trabajos. Ellos me piden, [...] vamos a hacer un cebiche, para que ellos vean que el cebiche es uno de los platos con contenidos, como por ejemplo lípidos, proteínas, vitaminas, minerales, carbohidratos. Ellos piden, se motivan mucho y quieren trabajar con un sistema (D1, V1).

Han mejorado bastante en redacción, se preocupan en lo que escriben, si sus ideas están completas o no; también se han preocupado en lo que es el procedimiento de cómo lo van a seguir y al revisar el procedimiento, [...] si es que quedan preguntas sueltas, se preocupan en modificar la parte experimental para poder responder a estas preguntas (D2, V1).

Otro punto que se pudo determinar y da valoración a la metodología ECBI es que permite señalar la diferencia que existe en cuanto a los conocimientos previos de los alumnos debido a la heterogeneidad del grupo. Los mismo se puede decir sobre los conocimientos y actitud científica de los alumnos, el poco hábito de la lectura, falta de habilidades en el manejo de materiales de laboratorio ya que no estaban acostumbrados a la realización de prácticas experimental, por citar algunos. De esta manera se puede determinar los puntos que el docente debe reforzar en su sesión de aprendizaje.

Para los docentes entrevistados, en el caso del D1 y D2, la dificultad mayor se encuentra en la heterogeneidad de los alumnos que interfiere en la participación de los mismos.

Tengo alumnas que algunas leen un poquito más por ejemplo y otras leen menos, o no leen simplemente, entonces la participación no es tan fluida a veces en el aula ¿no? porque no investigan entonces no hay participación; en otras aulas si se ve un trabajo más parejo ¿no? Pero después yo considero como te digo esa metodología muy efectiva y que se debería aplicar (D1, P3).

Me parece que las fases están muy bien, lo que pasa es que en un aula, el grupo es muy heterogéneo, entonces vamos a tener chicos con conocimientos previos y que tengan más conocimientos previos que otros ¿no? (D2, P3).

Sin embargo el docente D3 propone un enfoque desde la parte pedagógica e interdisciplinar:

¿Cuándo viene el problema? cuando hay que hacer el trabajo interdisciplinario o sea cuando tengo que de una u otra manera hacer uso de las otras ciencias, pienso que resolver problemas desde la metodología indagatoria ya implica también el cambio de prácticas pedagógicas o sea ya no es una sola persona la que puede trabajar un problema, hay que hacer un trabajo interdisciplinario; esta metodología también implica el cambio de paradigmas en las clases totalmente unipersonales, donde un único profesor debe decir de todo y realmente aquí se encuentran limitaciones, si las áreas siguen pensando que son las únicas que tienen que presentarse frente al alumno y decir lo que tiene que decir... yo creo que ese es el limitante más fuerte (D3, P3).

Expectativas (V2)

Los docentes entrevistados tienen muchas expectativas con esta metodología ya que han podido observar que los ayuda a mejorar la enseñanza de las ciencias puesto que la deficiencia de las ciencias a nivel internacional es muy notoria y si se cambia la forma tradicional de su enseñanza se puede revertir la situación y así formar alumnos con autonomía y libertad para que puedan luego participar en la toma de decisiones y problemas de la sociedad.

En cuanto a las expectativas que se tienen con el uso de esta metodología, el docente (D2) pide:

Se difunda más, que el Ministerio averigüe que ya hay grupos que están trabajando paralelamente antes de que ellos le dieran importancia a lo de las Rutas del aprendizaje (D2, V2).

De la misma forma, el docente (D3) expresa:

Si de una u otra manera seguimos difundiendo la metodología, podemos mejorar o revertir las cifras que son tan desalentadoras para nosotros en las evaluaciones internacionales PISA; si nosotros diseñamos bien las actividades podemos adecuarnos a cómo trabaja la OCDE (D3, V2).

Mientras que el docente D1 se refiere a las expectativas que tiene para la formación de los alumnos, por esto busca:

[Que se pueda] permitir que mis alumnos vayan más allá de lo que tal vez puedan recibir en un aula de clase, permitir inclusive traer mayor información, planteen unas hipótesis, que puedan dar una mejor explicación a un proceso, a un fenómeno y que técnicamente ellos sean ciudadanos con mucha iniciativa en la resolución de problemas a nivel general de nuestro país (D1, V2).

Es muy importante elevar la calidad de la enseñanza de las ciencias y esto se manifiesta en las evaluaciones internacionales, en las cuales aún hay serias deficiencias.

2.2. Fortalezas y debilidades de los docentes al aplicar la metodología ECBI

En esta sección se propuso un análisis de las fortalezas y debilidades que presentaban los docentes entrevistados aplicando la metodología ECBI, en forma general de acuerdo a las categorías. En primer lugar se presentan aquellas categorías en las cuales se ha observado un amplio dominio y conocimiento por parte de los docentes, por lo que las clasificaremos como fortalezas.

Fortalezas

En cuanto a fortalezas de los docentes se puede decir que muestran dominio y conocimiento de la metodología ECBI, mayor experiencia al aplicar en forma continua en sus sesiones de aprendizaje y han mejorado la enseñanza de las ciencias con el aumento del interés de los alumnos mediante la indagación y la realización de las actividades experimentales.

Los docentes logran un buen dominio del concepto y la finalidad de la metodología ECBI, ya que tienen claro su aplicabilidad y ventajas frente a modelos de enseñanza tradicionales. Les permite lograr un aprendizaje efectivo en los alumnos, ya que aplicando la metodología ECBI, se incentiva y fomenta el deseo de aprender ciencias en los alumnos mediante la indagación, la motivación y la presentación de temas actuales que están vinculados con sus inquietudes; por lo que se aprecia un mayor interés y curiosidad de ellos por conocer la solución o respuestas a sus preguntas y se aprecia mayor apertura de las

estudiantes por aprender el curso de CTA. En cuanto a la finalidad de la metodología concuerdan en que son coherentes con los objetivos que se dan en el DCN.

El rol del docente cambia sustancialmente porque pasa del rol conductor al de facilitador, el docente se convierte en guía y asesor y no en un simple transmisor de conocimientos consiguiendo de esta forma que los alumnos pueden elaborar sus conceptos y conocimientos científicos en forma autónoma y trabajando en equipo, utilizando términos científicos de laboratorio y ampliando su alfabetización científica.

La frecuencia con la que los docentes aplican la metodología en sus sesiones es continua y esto les permite adquirir mayor experiencia en el uso y aplicación de la metodología salvo excepciones que manifestaron los docentes D1 y D3 cuando son monitoreadas las clases. En cuanto al docente D2 lo hace siempre ya que utiliza las *Rutas del aprendizaje*.

De otro lado, los docentes que han llevado los talleres de implementación a través del Programa ECBI del Perú, han logrado mayor experiencia en la aplicación de la metodología ECBI y no les va a ser difícil pasar del método que ahora utilizan al enfoque que propone el MINEDU. Es decir, han logrado una visión amplia de la metodología ECBI que puede ser ajustada a enfoques similares.

Como esta metodología tiene como característica principal la actividad experimental, los docentes deben desarrollar y diseñar sus guías de actividad, razón por la cual es muy importante tener en cuenta los contenidos. En cuanto a la selección de contenidos, los docentes parten de temas de la actualidad por lo que deben estar en constante búsqueda de información y esto contribuye a que tengan mayor conocimiento de los problemas de su entorno que necesitan solución para tomarlos en la planificación de su clase.

En lo que respecta a la valoración que los docentes otorgan a esta metodología, todos concuerdan que esta metodología aporta y los refuerza mucho en su labor al planificar sus sesiones de clase y sus guías de actividad para la enseñanza de las ciencias (CTA) ya que cuentan con mayor capacidad en la elección de sus recursos y criterios para elegir materiales de su contexto y trabajar con sus alumnos.

El conocimiento que los docentes tienen con esta metodología ECBI permite que se encuentren convencidos de que tienen mayores condiciones para ser innovadores en la formación y preparación de los docentes de su IE o redes de IE y así expandir a otros docentes la metodología ECBI. Si esta metodología se pudiera implementar y difundir mediante el MINEDU, se podría mejorar la calidad de nuestros alumnos y cambiar los resultados de las evaluaciones internacionales que nos dejan en muy mal lugar.

A continuación se analizó las categorías en las cuales se pudo notar algunas discrepancias entre los docentes, razón por la cual las clasificamos como debilidades.

Debilidades

Los docentes siguen las fases de la metodología ECBI en su aplicación en el aula, sin embargo, desde el uso nominal, no hay un manejo conceptual de las mismas, lo que se reafirma en el diseño dado en su planificación. Hay un determinado proceso que sigue cada uno de ellos, pero específicamente no lo nombran con fases de la metodología ECBI

En la aplicación de la metodología ECBI se destaca el uso de materiales sencillos y fáciles de conseguir al diseñar la actividad experimental. Una debilidad encontrada en este aspecto es la falta de criterio para la solución o adquisición de materiales cuando no se tienen los recursos en la institución o cuando no se cuenta con los módulos asignados por el MINEDU.

Los docentes participantes de este caso expresaron que no tienen amplia libertad al diseñar su clase y elegir los temas ya que tienen que seguir el DCN en la planificación de la sesión de clases.

Es evidente el hecho de que los profesores del caso manifestaron que en su institución necesitan de capacitación pedagógica y didáctica porque tenían muchas dificultades en cuanto a la forma de enseñar y de conseguir un aprendizaje significativo en sus alumnos. Algunos docentes de su Institución continúan con el método tradicional de transmitir los conocimientos y, es más, no permitían que se les indique observación alguna. Existía mucha resistencia a los cambios y más aún de parte de los docentes que ya llevan años trabajando y que están próximos a salir.

Este es un problema que persiste en la mayoría de los docentes de su institución que enseña ciencias, su formación de base no les permite abarcar

todas las áreas que incluyen CTA, por este motivo, se hace necesaria la capacitación en forma continua de los docentes.



CONCLUSIONES

1. Los docentes que constituyeron nuestro caso reconocieron con claridad la aplicabilidad y ventajas de la metodología ECBI frente a modelos de enseñanza tradicional; asimismo, destacaron que con la aplicación de esta metodología logran un aprendizaje significativo, e incentivan el deseo de aprender ciencias en sus estudiantes.
2. En cuanto a las fortalezas de los docentes y en base a lo expresado por ellos en la entrevista, se ha podido determinar que muestran conocimiento y dominio de la metodología ECBI, la cual se va afianzando a medida que ganan mayor experiencia en su uso y al aplicarla de forma continua en sus sesiones de aprendizaje.
3. Una fortaleza muy importante y efectiva encontrada mediante el análisis que se ha hecho a partir de las respuestas de los docentes entrevistados, se refiere a la conciencia sobre la transformación de su rol. Los docentes cambian sustancialmente del rol conductor al de facilitador, se convierten en guías y asesores, y no en simples transmisores de conocimientos. Asimismo, desde su percepción como docentes, manifiestan que logran un cambio sustancial en sus alumnos.
4. Al asumir la metodología ECBI, los docentes cuentan con mayores recursos para elegir materiales de su contexto y trabajar con sus alumnos temas de actualidad.
5. La valoración que los docentes otorgan a esta metodología es alta. Según manifestaron, se sienten con mayor capacidad para planificar sus sesiones de clase y sus guías de actividad para la enseñanza de las ciencias (CTA), seleccionar recursos y criterios para elegir materiales de su contexto y trabajar con sus alumnos.
6. Se logra mayor capacidad y convencimiento en los docentes de poder innovar en su propia institución en la formación y capacitación docentes, y por medio de redes a nivel local con los demás profesores.

7. Los docentes pudieron realizar las actividades experimentales en el aula ya que no es necesario contar con espacios especiales para desarrollar estas actividades.
8. En cuanto a la selección de contenidos, los docentes partieron de temas actuales y esto les proporcionó mayor conocimiento de los problemas que existen en su entorno y en la sociedad. Las fortalezas que logran los docentes con esta metodología y que pueden observar están dadas en cuanto aspecto pedagógico.
9. Los docentes de este caso, expresaron que logran despertar el interés de los alumnos por las ciencias utilizando la motivación generada a través del problema que se trata de solucionar y de las preguntas que se dan al empezar la sesión, esto permite que se puedan desarrollar las competencias y habilidades que el currículo desea obtener en los alumnos.
10. Como debilidades se puede enunciar que no se dispone de un empleo nominal estricto de las fases de la metodología pues cada uno planifica de diferentes formas y denomina con nombres particulares (no con el concepto nominal).
11. Una debilidad es su capacidad para convocar al cambio a sus colegas de IE, pues estos continúan con la metodología tradicional sin interés manifiesto por cambiarla: existe resistencia de los docentes a la utilización de nuevas estrategias innovadoras.

RECOMENDACIONES

1. Se debería realizar un estudio semejante al presente con los docentes de nivel inicial y primaria para la enseñanza de CA (Ciencia y Ambiente) pues es muy importante la enseñanza de las ciencias desde muy temprano; esto aprovecharía la curiosidad innata de los niños y permitiría que sea más fácil la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y el desarrollo de las habilidades y actitudes científicas de los alumnos.
2. En el aspecto metodológico, se recomienda elaborar un análisis a nivel de aula, utilizando otras técnicas para poder recoger información sobre la forma como el docente trabaja las secuencia o fases de esta metodología a la vez que se podrá observar cómo los alumnos van utilizando sus procesos de observación, análisis, discusión y argumentación en el proceso de la adquisición y elaboración de conceptos y conocimientos.
3. Es muy importante la capacitación de los docentes de ciencias en talleres o cursos de actualización dictados por especialistas ya que necesitan de los conocimientos científicos, conceptos y bases teóricas que estos dominan como científicos y que a su vez son muy necesarios para poder realizar la planificación de las sesiones, la elaboración y el diseño de la guía de las actividades experimentales, que utiliza la metodología ECBI.
4. Se debe hacer una evaluación y un monitoreo continuo a todos los docentes que han llevado algún taller ECBI en el programa que se realiza en el Perú con esta metodología, para poder determinar las deficiencias y fortalezas del mismo y lograr una retroalimentación hacia la mejora y sobre la base de las necesidades reales de los docentes.
5. Es muy importante la reflexión individual de la práctica docente para la metacognición, mejora de la enseñanza, evaluación de los aprendizajes y la motivación que se necesita; por lo que los docentes entrevistados se deben informar de esta investigación y conocer acerca de las debilidades y fortalezas cuando utilizan la metodología ECBI en la enseñanza de CTA.
6. El enfoque indagatorio ya se está implementando a través de las *Rutas del aprendizaje* aunque todavía hay muchas falencias en cuanto a su

aplicación, por lo que se debería capacitar a los docentes en el uso de estas herramientas pero con especialistas en el método y que posean experiencia en el uso de esta metodología, pues de otro modo de nada serviría.

7. El Ministerio de Educación y la Academia Nacional de Ciencias del Perú deberían realizar un convenio en función del fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias utilizando esta metodología ya que en conjunto el programa ECBI podría aportar los conocimientos científicos y el MINEDU podría difundirlo a nivel nacional a través de los organismos regionales y locales que tiene a lo largo del país.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, M. (2002). *Situación de la Ciencia y la Tecnología en las Américas*. Buenos Aires: Centro de Estudios, sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior. Recuperado de <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=zpH3fOQKKKI%3d&tabid=586>
- ANCUSA (Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos) (2000). *La Indagación y los Estándares Nacionales para la enseñanza de ciencias*. Nueva York: National Academies Press. Recuperado de <http://www.eduteka.org/Inquiry1.php>
- Artigue, M., Baptist, P., Dillon J., Harlen, W., & Léna, P. (2010). The Fibonacci Project: Disseminating inquiry-based science and mathematics education in Europe. Scientific Committee of Fibonacci. Recuperado de <http://fibonacci.uni-bayreuth.de/resources/resources-for-implementing-inquiry-old.html>
- Boeije, H. (2010). *Analysis in qualitative research*. Londres: Sage Publications.
- Cabrol, M., Näslund-Hadley, E., Alfonso, M., Manzano, G. Pérez, M., & Santiago A. (2011). *Enfoques creativos para aprender matemáticas y ciencias naturales: Resultados preliminares de proyectos apoyados por el Banco Interamericano de Desarrollo en el marco de las Metas Educativas 2021*. BID Educación. Recuperado de <http://www.iadb.org/es/temas/educacion/bid-ensenanza-de-ciencias-y-matematicas-en-america-latina,6494.html>
- Campanario, J., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192. Recuperado de <http://www2.uah.es/jmc/an11.pdf>
- CEPLAN (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico) (2011). Plan Bicentenario al 2021. Lima: Ceplán. Recuperado de http://www.minedu.gob.pe/DelInteres/xtras/plan_bicentenario_peru_hacia_2021.pdf
- Devés, R. (2008). El programa ECBI: un esfuerzo colaborativo de educadores y científicos. I Seminario Internacional Explora CONICYT 2008. Recuperado de <http://www.slideshare.net/helisocorman/el-programa-ecbi-un-esfuerzo-colaborativo-de-educadores-y-cientificos-presentation>
- Devés, R., & Reyes, P. (2007). Principios y estrategias del programa de educación en ciencias basada en la indagación (ECBI). *Revista Pensamiento Educativo*, 41(2), 115-131.
- ECBI-Chile .Educación en Ciencias Basada en la Indagación. Recuperado de <http://www.ecbichile.cl/metodo-indagatorio/>
- Furman, M. (2008). *Ciencias naturales en la escuela primaria: colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico*. IV Foro Latinoamericano de Educación, Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y

- oportunidades. Buenos Aires: Santillana. Recuperado de <http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD23/contenidos/biblioteca/pdf/furman.pdf>
- García, F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de reflexión en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207, 21-34. Recuperado de <http://www.revistadocencia.cl/pdf/20100728123508.pdf>
- García, J., & Cauich, F. (2008). ¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? Una propuesta que articula la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. *Revista Educación y Pedagogía*, XX(50), 111-122. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/9929/9126>
- Gil-Pérez, D. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15-18 años*. Santiago de Chile: Orealc/Unesco. Recuperado de <http://www.oei.es/decada/139003S.pdf>
- Golombek, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. IV Foro Latinoamericano de Educación: Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. Desafíos, estrategias y oportunidades. Buenos Aires: Santillana. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/4FOROdoc-basico2.pdf>
- González, C., Martínez, T., Martínez, C., Cueva, K., & Muñoz, L. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios Pedagógicos*, XXXV(1), 63-78. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173514138004>
- Gordillo, M. (Coord.). (2009). Documento de Trabajo N° 3: Educación, Ciencia, Tecnología Y Sociedad. Madrid: OEI. Recuperado de <http://www.oei.es/DOCUMENTO3caeu.pdf>
- Harlen, W. (2012). *Inquiry in Science Education*. París: Fondation La main à la pâte. Recuperado de http://www.fondationlamap.org/sites/default/files/upload/media/inquiry_in_science_education.pdf
- Harlen, W. (2013). Inquiry based learning in Science and Mathematics. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7(2), 9-33. Recuperado de <http://resmicte.lis.upatras.gr/index.php/review/article/view/2042/2085>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2003). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill/Interamericana.
- Indágala (2013). Un espacio para aprender y compartir ciencia. Recuperado de <http://www.indagala.org/>

- La main à la pâte Foundation. Fondation de Cooperation Scientifique pour L'éducation a la Science. Recuperado de <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/17992/the-la-main-a-la-pate-foundation>
- Marshall, C. & Rossman, G. (1999). *Designing qualitative research*. Londres: Sage Publications.
- Martínez, C. (2006). El método de estudio de caso. Estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*(20), 165-193.
- Martínez, M. (2011). *Ciencia y arte de la metodología cualitativa*. México, D.F.: Trillas.
- MINEDU (2006). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) 2006-2021. Lima: MINEDU. Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/normatividad/reglamentos/PlanNacionalCTI-CDH2006-2021.php>
- MINEDU (2009). *Diseño Curricular Nacional de la Educación Básica Regular*. Lima: MED - Dirección General de Educación Básica Regular - Dirección de Educación Primaria.
- MINEDU (2013). *Rutas del Aprendizaje. Usa la ciencia y la tecnología para mejorar la calidad de vida*. Lima: MINEDU.
- National Research Council, NAP, Ed. (2000). *Inquiry and the national science standards: a guide for teaching and learning*, National Academies Press, National academies.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Nieda, J., & Macedo, B. (1997). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Santiago de Chile: UNESCO.
- OEI, (2010). *Metas Educativas 2021. La educación que queremos para la generación de los bicentenarios*. Recuperado de <http://www.oei.es/metas2021/libro.htm>
- Pozo, I., & Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Reyes, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educacion Química*, 23(4), 415-421. Recuperado de <http://educacionquimica.info/numero.php?numero=119>
- Ruiz, F. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134112600004>
- Scott, P., Asoko, A., & Driver, R. (1998). Teaching For Conceptual Change: A Review Of Strategies. En A. Tiberghien, E. Jossem, & J. Barojas, *Connecting Research in Physics Education*. London: The International

- Commission on Physics Education. Recuperado de <http://pluslucis.univie.ac.at/Archiv/ICPE/TOC.html>
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudios de caso*. Madrid: Morata.
- Sunal, D. (2008). *The learning cycle: A comparison of models of strategies for conceptual reconstruction: A review of the literature*. Recuperado de <http://astlc.ua.edu/ScienceInElem&MiddleSchool/565LearningCycle-ComparingModels.htm>
- UNESCO (1994). Proyecto 2000+. La Declaración. Educación para todos. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000977/097743sb.pdf>
- UNESCO (2000). World Conference on Science. Science for the Twenty First Century. London: Banson. Recuperado de <http://www.unesco.org/science/wcs/>
- UNESCO (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile: Oreal/Unesco.
- Universidad de los Andes (2006). *Indagación como estrategia pedagógica 2. Pequeños científicos*. Bogotá: Universidad de los Andes. Recuperado de <http://aprendizajecocle.jimdo.com/biblioteca-virtual/>
- Uzcategui, Y., & Betancourt, C. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación*, 37(78), 109-127. Recuperado de <http://www.scielo.org.ve/pdf/ri/v37n78/art06.pdf>
- Vadillo, E. (2004). Una propuesta para enseñar química a niños de 8-14 años. *Actas del III Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*. Guatemala. Universidad San Carlos.
- Vasilachis de Gilandino, I. (Coord.). (2007). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa S.A.
- Verdugo, F. (2003). *Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación*. Recuperado de <http://www.uantof.cl/LEM/pagina/pagina/que%20es%20ecbi.pdf>
- Worth, K. (2010). Science in Early Childhood Classrooms: Content and Process. Collected Papers from the SEED (STEM in Early Education and Development). Conference 2010. Recuperado de <http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/>
- Yin, R. K. (1994). *Case Study Research – Design and Methods, Applied Social Research Methods*. Newbury Park, CA: Sage.
- Zabalza, M. (1987). *Diseño y desarrollo curricular*. Madrid: Narcea S.A.

APÉNDICE 1

GUION DE ENTREVISTA A LOS DOCENTES

Nombre del docente:

Especialidad:

Institución educativa:

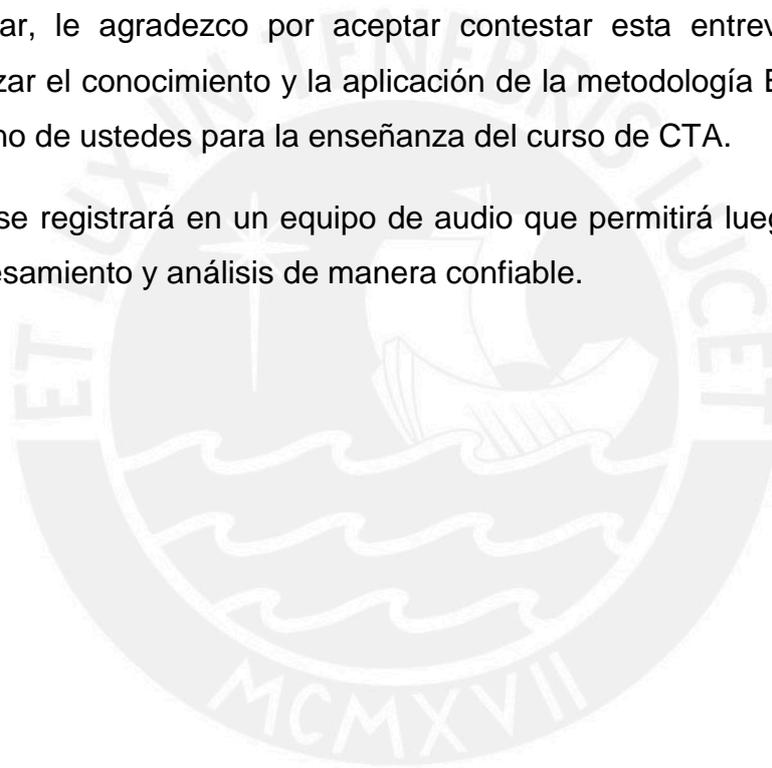
Duración:

Fecha:

Tiempo de servicio:

En primer lugar, le agradezco por aceptar contestar esta entrevista que me permitirá analizar el conocimiento y la aplicación de la metodología ECBI con que cuenta cada uno de ustedes para la enseñanza del curso de CTA.

La entrevista, se registrará en un equipo de audio que permitirá luego realizar su posterior procesamiento y análisis de manera confiable.



GUIÓN DE ENTREVISTA

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	ÍTEMS
1. Aplicación de la metodología ECBI.	1.1. Aplicación en el aula.	1. ¿Qué significa metodología ECBI? ¿Cuál cree Ud. que es la finalidad última de esta metodología en la enseñanza de las ciencias?
		2. ¿Considera Ud. que la metodología ECBI permite el desarrollo de las habilidades y competencias científicas del alumno en el área de CTA?
		3. ¿Cómo y en qué ocasiones utiliza la metodología ECBI en sus clases?
		4. ¿Considera Ud. que los alumnos se sienten motivados e interesados por aprender las ciencias al realizar ellos mismos las actividades experimentales?
		5. ¿Qué cambios ha podido observar en sus alumnos en general, luego de aplicar la metodología ECBI?
	1.2. Planificación y organización de la clase.	6. ¿Cómo prepara una sesión de aprendizaje con esta metodología? ¿Cuál es la secuencia o que momentos considera en su sesión de aprendizaje?
		7. ¿Cuándo diseña las actividades que va a realizar con sus alumnos, cómo elige los objetivos a enseñar bajo esta metodología?
		8. A partir de su experiencia en el uso de esta metodología, ¿Qué fase considera Ud. que le genera mayor dificultad y cuál es la más sencilla? ¿Considera Ud. que se debería agregar alguna otra fase o modificar la metodología para su optimización?
	1.3. Materiales y recursos que emplea en la enseñanza.	9. ¿Qué tipos de recurso y materiales utiliza?
	1.4. Conocimiento disciplinar y pedagógico del tema.	10. En el Minedu, ya se está optando en las <i>Rutas del aprendizaje</i> , la metodología de la enseñanza de las ciencias en base a la indagación, ¿cree Ud. que se pueda adaptar fácilmente con la experiencia que posee? ¿Por qué?
		11. ¿Cree Ud. que los docentes cuentan con las suficientes bases teóricas del área de CTA para llevar adelante la aplicación ECBI? ¿En su caso, considera que necesitaría reforzar algunos conceptos?
	1.5. Valoración.	12. ¿En términos generales, considera que esta metodología puede ayudar a la mejora de la enseñanza de CTA?
		13. ¿Qué expectativas tiene Ud. con el uso de esta metodología?

<p>2. Fortalezas y debilidades de los docentes en su práctica docente aplicando la metodología ECBI.</p>	<p>2.1 Aplicación en el aula.</p>	<p>1. ¿Qué significa metodología ECBI? ¿Cuál cree Ud. que es la finalidad última de esta metodología en la enseñanza de las ciencias?</p>
		<p>2. ¿Considera Ud. que la metodología ECBI permite el desarrollo de las habilidades y competencias científicas del alumno en el área de CTA?</p>
		<p>3. ¿Cómo y en qué ocasiones utiliza la metodología ECBI en sus clases?</p>
		<p>4. ¿Considera Ud. que los alumnos se sienten motivados e interesados por aprender las ciencias al realizar ellos mismos las actividades experimentales?</p>
		<p>5. ¿Qué cambios ha podido observar en sus alumnos en general, luego de aplicar la metodología ECBI?</p>
	<p>2.2. Planificación y organización de la clase.</p>	<p>6. ¿Cómo prepara una sesión de aprendizaje con esta metodología? ¿Cuál es la secuencia o que momentos considera en su sesión de aprendizaje?</p>
		<p>7. ¿Cuándo diseña las actividades que va a realizar con sus alumnos, cómo elige los objetivos a enseñar bajo esta metodología?</p>
		<p>8. A partir de su experiencia en el uso de esta metodología, ¿Qué fase considera Ud. que le genera mayor dificultad y cuál es la más sencilla? ¿Considera Ud. que se debería agregar alguna otra fase o modificar la metodología para su optimización.</p>
	<p>2.3. Materiales y recursos que emplea en la enseñanza.</p>	<p>9. ¿Qué tipos de recurso y materiales utiliza?</p>
	<p>2.4. Conocimiento disciplinar y pedagógico del tema.</p>	<p>10. En el Minedu, ya se está optando en las <i>Rutas del aprendizaje</i>, la metodología de la enseñanza de las ciencias en base a la indagación, ¿cree Ud. que se pueda adaptar fácilmente con la experiencia que posee? ¿Por qué?</p>
		<p>11. ¿Cree Ud. que los docentes cuentan con las suficientes bases teóricas del área de CTA para llevar adelante la aplicación ECBI? ¿En su caso, considera que necesitaría reforzar algunos conceptos?</p>
	<p>2.5. Valoración.</p>	<p>12. ¿En términos generales, considera que esta metodología puede ayudar a la mejora de la enseñanza de CTA?</p>
		<p>13. ¿Qué expectativas tiene Ud. con el uso de esta metodología?</p>

APÉNDICE 2

MATRIZ DE ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN (EXTRACTO)

SUB-CATEGORÍA	COD.	ED1	ED2	ED3
APLICACIÓN	A1	“Es una serie de procesos, de pasos que nos van a permitir lograr un buen aprendizaje efectivo que permite que el alumno participe a través de sus ideas, de su investigación, [...] ese niño que va a ser ciudadano pues tenga una cultura mucho más grande y va a repercutir en la formación a nivel de toda una sociedad”. (D1, A1)	“Es una forma de poder enseñar ciencias. Hay una orientación, una serie de pasos que se tendría que aplicar para incentivar o fomentar lo que es la indagación”. (D2, A1)	“La metodología ECBI es un procedimiento que sigue determinados pasos: [...] la observación, la predicción, la experimentación”. (D3, A1)
	A2	“La finalidad última, de tratar de buscar al alumno crítico, alumno creativo que no se parametre solamente en lo que decimos los maestros, sino en buscar nuevas perspectivas para que ellos den solución a problemas del entorno”. (D1, A2)	“El fin principal, [...] despertar en el alumno, la recepción, la observación”. (D2, A1)	“El último fin de la metodología ECBI es que el estudiante se convierta en un investigador, que cada cosa que tiene en su entorno le genere una pregunta y que no sea aquella persona que solamente recibe y recibe conocimientos sino que él, antes debe preguntarse para poder generar conocimiento”. (D3, A2)
	A3	“[...] a través de los experimentos van deduciendo los conceptos en base a la observación que ellos tienen de los elementos, contrastan resultados y pueden manifestar después y enunciar ellos un concepto, enunciar ellos un marco mucho más amplio”. (D1, A3)	“Sí, yo creo que sí, la indagación despierta mucho el poder de observación, a veces los chicos no se dan cuenta que una cosa es <i>ver</i> y otra cosa <i>observar</i> , [...] a ellos les interesa mucho manipular objetos, como tienen que hacer partes experimentales”. (D2, A3)	“Si, por supuesto porque sigue los procesos que sigue el pensamiento humano que son observar, predecir, experimentar, sistematizar, concluir”. (D3, A3)
	M1	“Contamos con materiales y supongamos que no tenga algún material pues le decimos al alumno que lo traiga o que lo adquiera”. (D1, M1)	“[...] con respecto a los recursos, justo [...] a pesar de que trabajamos en un colegio emblemático no nos han dado todo el material ¿no? [...] los chicos tienen un libro de consulta y tienen otro libro que se llama <i>Investiguemos</i> ”. (D2, M1)	“Los materiales, tratamos de que sean los más cercanos a los estudiantes porque conocemos no hay muchos recursos ¿no? [...] pero si no, usamos todo lo que tienen en su entorno, estamos plagados de material y para CTA, más todavía”. (D3, M1)

	C1	<p>"[...] sería cuestión de adaptarme, no me parece tan complicado tampoco, es un poco de juntar, ver cómo trabajar ¿no? porque prácticamente la metodología está inmerso en las <i>Rutas del aprendizaje</i> ¿no?, nada más que es ver cómo ordenar en los momentos". (D1, C1)</p>	<p>"[...] me parece que la investigación o el enfoque indagatorio es inherente a la naturaleza de nuestro curso, ¿no?, es un curso de ciencias". (D2, C1)</p>	<p>"[...] no fueron ningún problema, porque las <i>Rutas</i> son un método, son orientaciones metodológicas. No hay nada que adaptar ahí o sea yo creo que el procedimiento que siguen las <i>Rutas</i> dan muchas ideas pero para mí, la metodología ECBI es mejor que las ideas que dan ahí en las <i>Rutas del aprendizaje</i> porque trabajan muchos procesos, resuelven problemas, trabajan competencias, no solamente de CTA sino de todas las áreas del conocimiento". (D3, C1)</p>
	C2	<p>"[...] particularmente en el colegio donde yo trabajo, sí falta capacitación. Hay muchas profesoras por ejemplo en el área, que dicen: 'abre el libro en la página tal y desarrolla la actividad que es tal' ¿no? entonces, eso no es pues; y a veces son personas inclusive mayores que te dicen: 'ya yo tengo años trabajando, ¿qué me vas a enseñar tú a mí?'" (D1, C2)</p>	<p>"[...] como profesor fortaleza y una de las funciones que teníamos era recibir unos talleres que eran sobre las <i>Rutas del aprendizaje</i> y después hacer las réplicas respectivas. Cuando nos ha tocado hacer las réplicas, lo que los colegas piden es tratar de dar una orientación mayor respecto a la temática porque ellos quieren perfeccionarse en los conocimientos de la ciencia que enseñan ¿no? Por eso lo he percibido mucho en la física y en segundo lugar en química ¿no?". (D2, C2)</p>	<p>"Yo no me atrevería a decir si cuentan o no, pero las dificultades que los profesores tienen creo yo, está en el trabajo multidisciplinar porque cuando tú trabajas un problema, te encuentras con diferentes áreas del conocimiento y entonces todavía uno de los grandes problemas que tenemos es que no estamos acostumbrados a tratar, en la secundaria, problemas desde diferentes áreas, porque sencillamente no están acostumbrados a interactuar con otras áreas". (D3, C2)</p>
	V1	<p>"La metodología es un sistema que deberíamos implementar a nivel nacional, porque es muy motivador, permite que de repente de manera muy directa e indirectamente el alumno vaya asimilando contenidos y que se vaya motivando por indagar y dar resultados y ver de dar solución a problemas diversos que se puedan presentar". (D1, V1)</p>	<p>Sí, definitivamente ¿no?, están ligadas, la indagación está ligada, es más, en nuestro colegio, desde el diseño curricular del año 2006, se maneja un criterio de evaluación que se llama de indagación y experimentación". (D2, V1)</p>	<p>"Yo creo que sí, no somos el primer país que está trabajando esta metodología, tenemos a Chile, Venezuela, en Latinoamérica casi ya está popularizada, en EEUU, en Francia, en Inglaterra y ya los españoles están aplicando la indagación". (D3, V1)</p>
	V2	<p>"[...] permitir que mis alumnos vayan más allá de lo que tal vez puedan recibir en un aula de clase, permitir inclusive traer mayor información, planteen unas hipótesis de repente que puedan dar una mejor explicación a un proceso, a un fenómeno y que técnicamente ellos sean ciudadanos con mucha iniciativa en la resolución de problemas a nivel general de nuestro país". (D1, V2)</p>	<p>"Que se difunda más, que el Ministerio averigüe que ya hay grupos que están trabajando paralelamente antes de que ellos le den importancia a lo de las <i>Rutas del aprendizaje</i>". (D2, V2)</p>	<p>"[...] si de una u otra manera seguimos difundiendo la metodología, podemos mejorar o revertir las cifras que son tan desalentadoras para nosotros". (D3, V2)</p>